versão on-line
2009
ISBN 978-85-85783-20-4

Material Instrucional de Química Geral Experimental

para a Universidade Aberta do Brasil

Ensino à Distância

João Carlos de Andrade
Janaína César

UNICAMP

João Carlos de Andrade

Janaína César

Ensino à Distância

Material Instrucional de Química Geral Experimental para a Universidade Aberta do Brasil

Ficha Catalográfica

Elaborada pelo Sistemas de Bibliotecas da UNICAMP / Diretoria de Tratamento da Informação
Bibliotecário: Helena Joana Flipsen - CRB-8ª / 5283

An24e Andrade, João Carlos de.

Ensino à distância [recurso eletrônico]: material instrucional de química geral experimental para a Universidade Aberta do Brasil / João Carlos de Andrade, Janaína César. - Campinas, SP: UNICAMP/Instituto de Química, 2009.

"Baseado na dissertação de mestrado de Janaína César, defendida na Unicamp em janeiro de 2008, sob a Orientação do Prof. Dr. João Carlos de Andrade"

"Disponível no site ChemKeys (http://www.chemkeys.com) sob licença Creative Commons (http://www.creativecommons.org.br)"

1. Universidade Aberta do Brasil. 2. Química. 3. Ensino à distância. I. César, Janaína. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química. III. Título.

CDD - 378
- 540
- 378.1554

ISBN 978-85-85783-19-8 (Suporte: Papel)

ISBN 978-85-85783-20-4 (Suporte: Internet)

Palavras Chave:

Educação à Distância; Química Geral, Material Educacional, Universidade Aberta do Brasil

Key words:

Education at a Distance; General Chemistry; Educational Material; Brazilian Open University.

Equipe:

Editoração eletrônica: Rafael Luis Manzolli Leite
Fotos: João Carlos de Andrade e Janaína César
Capa: Rafael Luis Manzolli Leite

Sobre o Livro:

Baseado na dissertação de mestrado de Janaína César, defendida na Unicamp em Janeiro de 2008, sob orientação do Prof. Dr. João Carlos de Andrade.

2009 © João Carlos de Andrade e Janaína César
Disponível no site ChemKeys (*http://www.chemkeys.com*) sob licença Creative Commons (*http://www.creativecommons.org.br*)

Informações sobre os autores:

João Carlos de Andrade
Professor Titular do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas

Janaína César
Mestre em Química Analítica pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Atualmente na Agência de Inovação da Unicamp – INOVA.

"Faça algo que realmente goste e nunca precisará trabalhar na vida"

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Química
Caixa Postal: 6154
13084-970 Campinas (SP)

Atenção

Os métodos descritos neste livro envolvem o uso de produtos químicos, equipamentos e procedimentos operacionais que são potencialmente perigosos, particularmente quando usados por pessoal não qualificado e em instalações inadequadas. Assim sendo, a todos que utilizarem este material, recomendamos planejar e desenvolver procedimentos de segurança, de acordo com as situações e necessidades locais e específicas, incluindo o descarte de resíduos. Todas as regras de segurança devem ser rigorosamente obedecidas. Apesar de todos os esforços para assegurar e encorajar práticas laboratoriais seguras e o uso correto dos equipamentos e dos reagentes químicos, os autores não se responsabilizam pelos usos incorretos ou indevidos das informações publicadas.

Sumário

Prefácio v

Preface vi

Capítulo 1 Situando a Universidade Aberta do Brasil (UAB) no contexto do Ensino à Distância (EaD) 1

Capítulo 2 O Ensino à Distância 9
- Histórico e Evolução 11
- O Contexto Internacional 16
- O Contexto no Brasil 19
- A Legislação Brasileira 26

Capítulo 3 Estudos de casos do Ensino à Distância nos cursos superiores de química: Experiências Internacionais 29

Capítulo 4 Os cursos superiores de química no contexto da Universidade Aberta do Brasil 37

Capítulo 5 Proposta de experimentos destinada às aulas presenciais 63
- Experimento 1 69
- Experimento 2 77
- Experimento 3 82
- Experimento 4 91

Capítulo 6 Considerações Finais 111

Referências Bibliográficas 115

Prefácio

A modalidade de ensino semipresencial está sendo adotada estrategicamente pelo para suprir o déficit de professores em diferentes áreas, inclusive de química. Diante disso, desenvolveram-se materiais instrucionais que visam colaborar com as disciplinas de Química Geral dos cursos de Licenciatura em Química a serem oferecidos por meio do Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Para esse próposito, inicialmente, procurou-se conhecer a situação do Ensino à Distância (EaD) em alguns países, avaliar como funciona a dinâmica dessa modalidadede ensino em universidades consideradas como referência em EaD e apresentar estudos de caso envolvendo a área de química. Esse mesmo levantamento foi realizado para o Brasil envolvendo apenas a UAB, em que se procurou conhecer desde sua proposta inicial (justificativa, público alvo, processo de seleção dos cursos, etc.) até a dinâmica dos Pólos de Apoio Presencial de Ensino em que serão ministradas, por exemplo, as aulas experimentais dos cursos de química, física, biologia, etc. Alguns estudos de casos envolvendo cursos de química em universidades brasileiras foram apresentados. Contudo é importante adiantar que a maioria das instituições credenciadas para oferecer esses cursos nesta modalidade de ensino ainda não divulgam informações importantes, tais como a grade curricular, as ementas e a dinâmica do encontros presenciais. Como estratégia para o presente trabalho, optou-se por utilizar experimentos clássicos (já conhecidos de alguma forma) da disciplina de Química Geral em que fosse possível contextualizar uma quantidade significativa de conceitos teóricos da disciplina em questão e disponibilizá-los posteriormente na Internet (em: *http://www.chemkeys.com*) como um material de apoio. Todo o conteúdo foi redigido de maneira que os alunos tenham uma ampla visão do assunto a ser abordado, não se limitando apenas ao roteiro experimental das atividades práticas a serem realizadas nos Laboratórios Pedagógicos de Ensino.

Preface

The modality of open education is being adopted strategically to reduce the deficit of teaching personnel in different areas, including chemistry. Because of this, educational materials were developed that aim to collaborate with the General Chemistry courses for Teaching Certificates in Chemistry, to be offered through the System of the Brazilian Open University (BOU). For this purpose, the situation of Education at a Distance (EaD) in some other countries was initially examined, to evaluate the dynamics of this teaching modality in universities considered as references in EaD and to present case studies involving chemistry. A survey was then carried out for Brazil with detailed research involving the BOU, where its situation, from its initial proposal (justification, target public, process of selection of the courses, etc.) up to the dynamics of the Centers of Actual Support of Education where the experimental lessons of chemistry, physics, biology, etc., would be given. Some studies of cases involving courses of chemistry in Brazilian universities have also been presented. However, the majority of the important government approved institutions that offer courses in this modality of education still do not make available complete information, such as curricular planning, course descriptions, the dynamics of the actual sessions, etc. Thus, as a strategy for the present work, we opted to utilize classical General Chemistry experiments (already known in some form) where it was possible to present the theoretical concepts and to provide them on the Internet as supporting material (at *http://www.chemkeys.com*). All the content was written in a way that the student have an ample vision of the subject, not limited to the experimental description of the practical activities that would be carried out in the Teaching Laboratories.

Capítulo 1

Situando a Universidade Aberta do Brasil (UAB) no contexto do Ensino à Distância (EaD)

Entre as diversas áreas de competência do Ministério da Educação (MEC) estabelecidas nos termos do Decreto nº 4.791 de 22 de julho de 2003, destaca-se a "educação em geral" que compreende desde o ensino fundamental até o superior. Esta, por sua vez, pode ser ministrada em diferentes modalidades: I) Presencial - quando exige a presença do aluno nas aulas e em todas as avaliações[1]; II) À distância - quando a relação professor-aluno não é presencial e o processo de ensino ocorre utilizando os vários meios de comunicação: material impresso, televisão, Internet, etc. e III) Semipresencial - quando combina ensino presencial com parte de ensino e de outras atividades que podem ser realizadas a distância [MEC, 2006]. Esta última modalidade, em especial, destaca-se por reunir as vantagens proporcionadas pelos encontros presenciais (por ex.; contato físico do grupo, interações pessoais e relações sociais) com as oferecidas pelas atividades realizadas à distância (por ex.; flexibilidade de tempo, auto-organização, etc.). Porém, esse tipo de atividade desenvolvida à distância só teve sua origem no Brasil por volta de 1923, com a criação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro[2] - que deu início à transmissão de programas de Ensino à Distância (EaD) por radiodifusão, mas que só agora está passando por uma fase de consolidação, principalmente no ensino superior.

Considerando todos os níveis de ensino público (federal, estadual e municipal), atualmente existem cerca de 778,5 mil alunos matriculados em cursos oficiais na modalidade à distância. Porém, o número de pessoas inscritas em cursos oficiais e não-oficiais ultrapassa 1,2 milhão. [SEEDNET,

[1] "O art. 47, § 3o, da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, dispõe que é obrigatória a freqüência de alunos e professores, salvo nos programas de educação à distância, que se regem por outras disposições. Não existe legalmente abono de faltas. É admitida, para a aprovação, a freqüência mínima de 75% da freqüência total às aulas e demais atividades escolares, em conformidade com o disposto na Resolução no 4 de 16/9/86, do extinto Conselho Federal de Educação" [MEC, 2006].

[2] A Rádio Sociedade do Rio de Janeiro transmitia programas de literatura, radiotelegrafia e telefonia, línguas, etc. Foi doada ao Ministério da Educação e Saúde em 1936 [KENSKI, 2002].

2007]. De acordo com a Secretaria de Educação à Distância (SEED), 2,2 milhões de brasileiros freqüentaram algum curso a distância em 2006, ou seja, uma em cada 80 pessoas foi usuária desta modalidade de ensino.

Segundo a Associação Brasileira de Educação à Distância (ABED), a comunidade acadêmica e o MEC já reconhecem a importância dessa modalidade de ensino no país. No entanto, enquanto na academia existem opiniões favoráveis e contrárias ao EaD (no caso dos cursos de química, especificamente, se desconhece uma posição claramente assumida por grupos de pesquisadores ou professores da área), a posição do poder público mostra-se bastante definida. Como exemplo, podemos citar a iniciativa de se criar a Secretaria de Educação à Distância (SEED), por intermédio do MEC, como estratégia para "democratizar e elevar o padrão de qualidade da educação brasileira" e assim disseminar o ensino à distância no país. Diante dessa realidade, a discussão desse tema torna-se quase que uma obrigação nas Instituições de Ensino Brasileiras e, embora a química seja uma ciência predominantemente experimental, esta não poderá evadir-se da realidade EaD (como detalhado a seguir) e muito menos deixar de se preparar para esta nova modalidade de ensino.

Para suprir o déficit de 235 mil professores nas áreas de química, física, biologia, matemática e pedagogia, o MEC aprovou, no dia 24 de agosto de 2004, a criação de 17.585 novas vagas de graduação à distância para esses cursos, das quais 1.680 seriam destinadas à área de química. A idéia era que estas vagas fossem oferecidas por instituições públicas (federais, estaduais e municipais) organizadas em oito consórcios e distribuídas entre as cinco regiões do país. A princípio, parecia que a intenção do MEC não era oferecer cursos totalmente à distância, mas sim incentivar a presença dos estudantes em Pólos de Apoio Presenciais[3], locais onde os alunos teriam acesso à biblioteca, laboratórios de informática, atendimento dos tutores, participação nas aulas, realização das práticas de laboratórios (que é o caso dos cursos de química), etc. Essa posição mostrou-se interessante uma vez que nem todos os futuros universitários teriam computadores com acesso a Internet[4] [MEC, 2006].

Com a finalidade de suprir a demanda dessa modalidade de ensino e expandir o acesso à educação superior, o MEC criou a Universidade Aberta do Brasil

[3] O pólo de apoio presencial é definido como uma "estrutura para a execução descentralizada de algumas das funções didático-administrativas de curso, consórcio, rede ou sistema de educação a distância, geralmente organizada com o concurso de diversas instituições, bem como com o apoio dos governos municipais e estaduais" [UAB, 2006].

[4] Segundo dados da ONU de 2004, 8,9% da população brasileira possuem computador, 12,2% tem acesso a Internet e apenas 1,2% assinam banda larga.

(UAB), um programa da Diretoria de Educação à Distância (DED) da Capacitação de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) com parceria da SEED. O objetivo era atingir a meta do Plano Nacional de Educação (PNE), de atender 30% da população entre 18 e 24 anos, que atualmente é apenas de 11%. Segundo o diretor de políticas para a educação à distância do MEC, apenas 30% dos municípios brasileiros tem acesso ao ensino superior. Com a implantação da UAB, seria possível ampliar a oferta para um número maior de pessoas e permitiria atingir lugares menos favorecidos geograficamente, seja pelo difícil acesso, seja pela distância [MEC, 2006].

A Universidade Aberta do Brasil talvez seja o resultado da mais importante iniciativa tomada pelo Ministério da Educação referente ao Ensino à Distância no Brasil. A criação desse projeto teve como objetivo a "articulação e a integração experimental de um sistema nacional de educação superior (em caráter experimental), visando sistematizar as ações, programas, projetos, atividades pertencentes às políticas públicas voltadas para a ampliação e interiorização da oferta do ensino superior gratuito e de qualidade no país". Fundada em 2005, contou com o apoio do Fórum das Estatais pela Educação[5].

É importante destacar que o Sistema UAB não consiste de uma nova instituição educacional, mas sim de uma parceria firmada entre consórcios públicos nos três níveis governamentais. Universidades públicas e demais organizações interessadas neste sistema já estão se articulando e conectando-se com os Pólos de Apoio Presencial[6] aprovados[7] pelo MEC, por meio da Secretaria de Educação à Distância, e também com os pólos a serem criados - seja por meio do Edital da 2ª chamada pública da UAB, lançado em outubro de 2006 (Edital 1/2006), ou dos editais que ainda estão para serem divulgados - tendo como objetivo o oferecimento de cursos de graduação gratuitos[8], principalmente em regiões em

[5] O Fórum das Estatais pela Educação foi instituído em 21 de setembro de 2004 e é coordenado pelo Ministro Chefe da Casa Civil, pelo Ministro de Estado da Educação e conta com a participação efetiva e estratégica das Empresas Estatais brasileiras.

[6] A função dos pólos de apoio presencial é oferecer uma infra-estrutura adequada aos alunos, disponibilizando para isso salas de aula, bibliotecas e laboratórios, bem como ser o local de atendimento dos alunos nas etapas presenciais. É importante destacar que mesmo que um pólo esteja localizado em determinado município, este poderá apoiar cursos à distância de diferentes instituições, e o aluno não necessitará residir no município onde estará instalada a sede da instituição consorciada, o que permitirá atender a todo território nacional.

[7] Edital de Seleção n.01/2005-SEED/MEC, de acordo com os pareceres emitidos pela Comissão de Seleção instituída por meio da Portaria/MEC nº 1.097, de 31 de maio de 2006.

[8] A UAB vai oferecer cursos de ensino superior gratuitos na modalidade à distância, no entanto, é importante sabermos que o custo por aluno será em torno de R$ 1.500,00 a ser dividido entre as estatais e o MEC. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o Banco do Brasil já se comprometeram com o programa [MEC, 2006].

que há carência ou ausência de acesso ao ensino superior.

Em junho de 2006 a UAB iniciou suas atividades com um projeto-piloto que ofereceu 10 mil vagas para cursos de graduação em Administração à distância, em parceria com o Banco do Brasil (integrante do Fórum das Estatais pela Educação), atendendo 25 universidades (18 federais e 7 estaduais) em 87 pólos de 17 estados e Distrito Federal. Em setembro deste mesmo ano, iniciaram-se também as atividades para adequação dos pólos selecionados através do 1º Edital (Edital 1/2005), preparação dos tutores e produção de todo o material necessário para os demais cursos, a grande maioria de graduação, em diversas áreas do conhecimento.

Já para 2007, a previsão era oferecer 61.575 novas vagas em cerca de 1,3 mil cursos à distância, distribuídos em 297 pólos da UAB. Desse total, 690 seriam de licenciatura, 357 lato sensu (especialização), 186 de bacharelado, 54 tecnológicos, 12 seqüenciais e 7 de mestrado. Porém, ao consultar o site da Universidade Aberta do Brasil (*http://www.uab.mec.gov.br*) e da Secretaria de Educação a Distância (*http://portal.mec.gov.br/seed*) ao longo do ano de 2007, não foi possível constatar quantas destas vagas tinham sido realmente disponibilizadas e nem quais os cursos que tiveram suas atividades iniciadas. No entanto, segundo dados do MEC de 2007, o sistema Universidade Aberta do Brasil tem uma projeção bastante ambiciosa: visa disponibilizar um milhão de vagas até 2010.

É importante destacar que não se pretende atender somente os cursos de graduação com a modalidade à distância de ensino, pois os cursos técnicos passaram a fazer parte dos planos do Ministério da Educação com o lançamento do Edital 01/2007/SEED/SETEC/MEC, referente ao Programa Escola Técnica Aberta do Brasil. Com este programa, será possível oferecer cursos técnicos para as regiões distantes das instituições de ensino técnico e para a periferia das grandes cidades brasileiras, incentivando os jovens a concluírem o ensino médio.

Cursos de mestrado, doutorado e especialização à distância também são possíveis de serem ministrados, conforme o Capítulo V do Decreto n.º 5.622/05 e a Resolução nº 01, da Câmara de Ensino Superior-CES, do Conselho Nacional de Educação-CNE, de 3 de abril de 2001. Porém, percebe-se um domínio dos cursos lato sensu em detrimento dos stricto sensu (mestrado e doutorado). Ao consultar o sistema de busca da página eletrônica da UAB, por exemplo, registrou-se a presença de 48 instituições credenciadas a oferecer cursos de pós-graduação. Desse total, apenas uma universidade, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), oferece cursos do tipo stricto sensu [UAB, 2008].

Assim, discussões filosóficas à parte, resolveu-se buscar alternativas viáveis ao projeto do Governo Federal Brasileiro. Considerando que a modalidade de ensino semi-presencial está sendo adotada estrategicamente para suprir o déficit de professores em diferentes áreas, inclusive a de química, desenvolveu-se um material instrucional que visa colaborar com as disciplinas de Química Geral dos cursos de química a serem oferecidos através da Universidade Aberta do Brasil (UAB), especialmente com as aulas presenciais, as quais são obrigatórias para os cursos credenciados pelo MEC. Para isso, tomou-se como base parágrafo § 1º do Art. 1º do Decreto no 5.622 (de 19 de dezembro de 2005), que diz que os encontros presenciais são obrigatórios para as seguintes situações: 1) Avaliações de estudantes; 2) Estágios obrigatórios, quando previstos na legislação pertinente; 3) Defesa de trabalhos de conclusão de curso, quando previstos na legislação pertinente e 4) Atividades relacionadas a laboratórios de ensino.

É importante ressaltar que este livro não tem como pretensão abordar os inúmeros aspectos de Ensino à Distância e nem propor um curso de química nesta modalidade ou na modalidade semi-presencial. O principal objetivo é disponibilizar uma alternativa de material instrucional na Internet que sirva de apoio para os cursos de química futuramente criados ou para aqueles que já estão em andamento (especialmente para as aulas experimentais), partindo do pressuposto geral de que o mesmo permitirá uma adequada interação do aluno com o conhecimento, e que ao mesmo tempo se enquadre nas condições estabelecidas pelo poder público federal[9]. Como tudo ainda parece insipiente, principalmente na área de Química, optou-se por trabalhar com uma disciplina básica (Química Geral), a qual poderá atender os cursos voltados para a formação e/ou capacitação de professores, como pretende o governo (neste caso, Licenciatura em Química), como também outros cursos de graduação que apresentam essa disciplina como obrigatória em seus respectivos currículos de curso (por ex., Engenharia, Biologia, Física, etc.).

Para subsidiar a proposta deste livro, foi efetuado um levantamento e a correspondente análise das disciplinas teórica e prática de Química Geral, lecionadas nos cursos presenciais de graduação em Química no Brasil. Isso foi realizado através de consulta ao site do Ministério da Educação e a outros sites de busca, a partir dos quais foram acessadas as páginas das instituições de ensino superior que oferecem cursos de química, em suas várias modalidades (Bacharelado, Li-

[9] Em fevereiro de 2006, o governo publicou no site da SEED um exemplo de como seria a organização de um pólo de apoio presencial a educação à distância para a Universidade Aberta Brasileira (UAB). O exemplo apresenta desde os recursos necessários para a criação do pólo (salas, biblioteca, laboratório de informática, etc) até a infra-estrutura dos laboratórios pedagógicos destinados aos cursos de Licenciatura, os quais incluem as áreas de Química, Física e Biologia.

cenciatura e Industrial/Tecnológico), com o objetivo de examinar as tendências da disciplina de Química Geral no Brasil [CESAR & de ANDRADE, 2004]. Os dados foram coletados diretamente nos sites das Instituições ou fornecidos, via correio eletrônico, pelas respectivas coordenações de curso, no primeiro semestre de 2004. Baseado nos dados obtidos foi possível identificar os temas mais abordados em aula e as preferências bibliográficas. A Tabela 1.1 apresenta o resultado geral da pesquisa realizada.

Instituições contatadas	**122**
Instituições que forneceram as informações solicitadas	53
Cursos que oferecem ao menos uma disciplina teórica de Química Geral	52
Cursos que oferecem a disciplina teórica de Química Geral somente no 1° semestre	21
Cursos que oferecem a disciplina teórica de Química Geral no 1° e 2° semestre	31
Cursos que oferecem ao menos uma disciplina experimental de Química Geral	46
Cursos que oferecem a disciplina experimental de Química Geral somente no 1° semestre	25
Cursos que oferecem a disciplina experimental de Química Geral no 1° e 2° semestre	21

Tabela 1.1.

Resultado geral referente à pesquisa realizada junto às Instituições de Ensino Superior brasileiras que oferecem cursos de química.

Foram contatadas 122 Instituições públicas e privadas, das quais 53 forneceram as informações solicitadas (grade curricular e ementa das disciplinas de Química Geral, teórica e experimental).

Verificou-se que 52 cursos oferecem alguma disciplina teórica de Química Geral. Desses, 21 oferecem essa disciplina somente no primeiro semestre e 31 oferecem em ambos os períodos. Foi constatado que em 43 cursos há pelo menos 1 disciplina com o nome de "Química Geral", sendo que em outros 9 existe alguma disciplina com outro nome (ex: Química I, Fundamentos de Química, Química Fundamental, Química Geral e Inorgânica IA, etc.), que aborda o conteúdo teórico de Química Geral. Somente um não oferece qualquer disciplina teórica dessa natureza. Pôde ser observado que os temas mais citados nas ementas e/ou conteúdos programáticos da disciplina em questão, geralmente, compreendem os títulos dos capítulos do livro Química Geral de J. B. Russel e que, em geral, os conteúdos fundamentais da Química estão sendo trabalhados pela maioria dos cursos analisados.

Já para a disciplina experimental de Química Geral, verificou-se que 46 cursos oferecem alguma disciplina desse tipo. Desse total, 25 a oferecem somente no primeiro semestre e 21 tanto no primeiro como no segundo semestre. Foi constatado que em 33 cursos a disciplina recebe o nome de "Química Geral Experimental", enquanto que em apenas seis existe alguma disciplina experimental que aborda o conteúdo de Química Geral com nomes diferentes (ex: Química Experimental, Laboratório de Química Fundamental, Laboratório de

Química Geral, etc.). Além disso, seis cursos apresentam algum tipo de atividade prática (demonstrações ou experimentos) em suas disciplinas teóricas de Química Geral e oito não oferecem qualquer disciplina experimental dessa matéria. Pôde ser observado que a maioria dos cursos de Química analisados, dão atenção especial às técnicas de laboratório em suas aulas práticas, incluindo o manuseio de equipamentos, instrumentos e vidrarias e normas de segurança, como mostra a Tabela 1.2. Apenas oito cursos dedicam uma disciplina específica a esses temas.

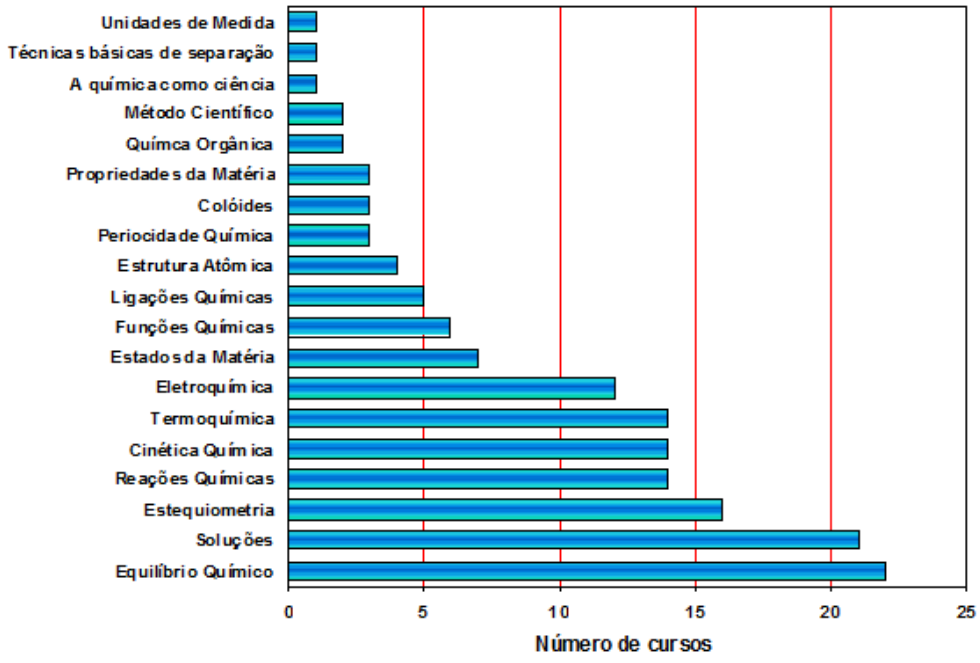
	Temas	Freqüência				
		NE	CO	SE	S	Total
1	Soluções	7	5	12	9	32
2	Segurança em Laboratório Química	5	4	12	7	28
3	Técnicas básicas de laboratório	5	2	10	10	27
4	Equilíbrio Químico	5	1	13	7	26
5	Equipamentos e Vidrarias	3	5	12	6	26
6	Técnicas de Separação e Purificação	5	3	11	5	24
7	Reações Químicas	4	3	11	5	23
8	Cinética Química	5	-	11	5	21
9	Estequiometria: Fórmulas e Equações	3	2	8	5	18
10	Eletroquímica	4	1	8	4	17
11	Termoquímica	3	1	5	7	16
12	Propriedades físicas e químicas	2	-	9	4	15
13	Tratamento de dados experimentais	2	3	6	2	13
14	Titulação / Volumetria	1	2	6	3	12
15	Análise Química	1	1	5	3	10
16	Gases	3	-	3	2	8
17	Ácidos e bases	2	-	3	2	7
18	Colóides	1	1	5	-	7
19	Síntese, Purificação e Caracterização de substâncias	-	1	5	1	7
20	Método Científico	-	3	3	1	7
21	Matéria: Elementos e compostos	1	-	2	1	4
22	Ligações Químicas	1	-	2	1	4
23	Funções Químicas	1	1	1	1	4
24	Propriedades Periódicas	1	-	2	-	3
25	Eletrólitos	-	-	3	-	3
26	Substâncias químicas: Constituição e propriedades	1	-	-	2	3
27	Fenômenos de Absorção e Emissão	-	-	2	-	2
28	Unidades de medida	-	1	-	1	2
29	Outros	1	3	7	6	17

Fonte: http://www.chemkeys.com

Tabela 1.2.

Temas mais citados nas ementas das disciplinas experimentais de Química Geral, distribuídos por região: (NE = Nordeste, CO = Centro-Oeste, SE = Sudeste e S = Sul).

Em relação aos cursos que oferecem tanto disciplinas teóricas quanto experimentais de Química Geral, 22 costumam relacionar parcialmente o conteúdo da teoria com o da parte experimental, 5 relacionam totalmente e 7 não relacionam. A Figura 1.1 apresenta os temas que são abordados em ambas as disciplinas e o número de cursos que normalmente fazem a correlação desses temas entre teoria e prática.



Fonte: http://www.chemkeys.com

Figura 1.1.

Temas que são abordados tanto em disciplinas teóricas como em disciplinas experimentais de Química Geral e o número de cursos que fazem essa correlação entre a teoria e a prática.

Vale ressaltar ainda que os temas "ligação química" e "periodicidade química", por exemplo, raramente são abordados nas disciplinas experimentais, provavelmente pela escassez de experimentos didáticos voltados para esses temas. O mesmo vale para temas envolvendo a química orgânica, mas talvez por serem experimentos na sua maioria morosos, ou por necessitarem de reagentes mais caros e menos acessíveis a algumas instituições de ensino. Com esses dados, preparou-se um material instrucional destinado às aulas experimentais de Química Geral, condizente com as tendências observadas, contendo um conjunto pequeno de experimentos, mas que ao mesmo tempo é capaz de abranger o máximo de conteúdo teórico possível referente à disciplina em questão.

A idéia é disponibilizar esse material na Web, usando o site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*), sob Licença Creative Commons (*http://creativecommons.org.br*), de modo a contribuir com a Universidade Aberta do Brasil – UAB.

Capítulo 2

O Ensino à Distância

Muitas são as definições possíveis e apresentadas para Ensino à Distância, porém, de acordo com a legislação brasileira, esta pode ser caracterizada como uma "modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos" (Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005 - MEC). Baseando-se nessa definição, o presente trabalho utilizará a internet como meio de comunicação para a distribuição de informações, neste caso, na disponibilização de material instrucional para a disciplina de Química Geral.

Assim como há diversas definições para EaD, também é comum encontrarmos alguns termos usuais da área que costumam ser facilmente confundidos e que não são congruentes entre si [de ALMEIDA, 2003]:

Ensino à distância: É realizado pelo uso de diferentes meios de comunicação (cartas, rádio, televisão, telefone, fax, e-mail, Internet, etc.) e baseia-se tanto na noção de distância física entre o aluno e o professor como na flexibilidade do tempo e na localização do aluno em qualquer espaço;

Ensino on-line: Modalidade de ensino à distância que se utiliza da Internet. A comunicação pode se dar na forma sincrônica ou assincrônica . No "ensino on-line", a Internet é uma ferramenta utilizada para a distribuição rápida de informações bem como para proporcionar a interação entre as pessoas;

e-learning: Modalidade de ensino à distância com suporte na Internet que se desenvolveu a partir das necessidades de empresas relacionadas com o treinamento de seus funcionários. O e-learning é considerado atualmente como uma tendência de treinamento, aprendizagem e for-

mação continuada no setor empresarial. São muitas as empresas que utilizam essa modalidade de ensino no Brasil, e a maior motivação entre os participantes tem sido a permanência no emprego e a ascensão profissional.

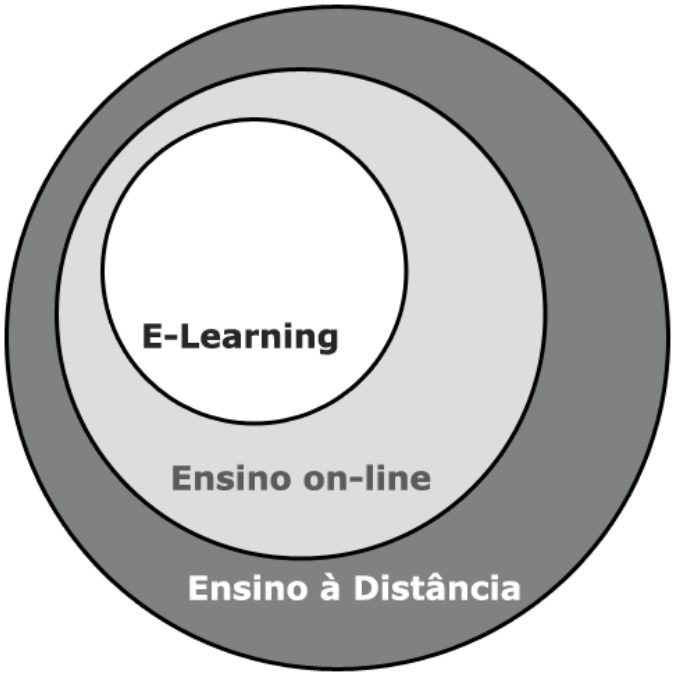


Figura 2.1.

Esquema geral que ilustra como os termos ensino à distância, en-

Uma vez que o ensino a distância tem como principal característica o fato de alunos e professores desenvolverem atividades educativas em lugares e/ou tempos diversos, essa modalidade de ensino pode representar uma alternativa aparentemente viável para solucionar o problema da dificuldade ao acesso à instituição educacional no Brasil, em seus moldes tradicionais (como estrutura física), devido às extensões territoriais e pelas características sócio-econômicas da população brasileira. Porém, o intuito com o presente trabalho não é questionar um discurso a favor da democratização do ensino, da oportunidade de acesso ao sistema educacional e nem da inclusão social. O principal objetivo é contribuir com essa nova modalidade de ensino, disponibilizando na Web um material instrucional confiável e, de certa forma, despertar o interesse da comunidade acadêmica, especialmente a que está vinculada à Química, que é uma das áreas a serem contempladas pelo governo com a implantação da Universidade Aberta do Brasil (UAB). Além disso, mesmo que o MEC não estivesse realizando tantas ações em prol da consolidação do EaD no Brasil, essa modalidade de ensino não tardaria a se firmar devido ao próprio desenvolvimento tecnológico na área da comunicação. Sendo assim, para compreendermos a evolução do EaD no Brasil e no mundo, temos que fazer um paralelo com a evolução dos meios de comunicação, principalmente no que se refere à incorporação de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC's) [BELLONI, 2003].

2.1.
Histórico e Evolução

Considerando que no Ensino à Distância o indivíduo que ensina está separado física e temporalmente do indivíduo a ser ensinado, é de se esperar que ocorra a intervenção de alguma tecnologia para que essa modalidade de ensino se concretize. Sendo assim, no caso do planejamento de um curso nessa modalidade, é importante pensar na forma com que será realizada a troca de informações entre aluno/professor, aluno/aluno, aluno/tutor, etc.

Atualmente, quando se pensa em informação, logo nos vem à mente a imagem dos veículos de comunicação mais comuns: rádio, televisão, jornais e mais recentemente a Internet, mas nem sempre foi assim. O processo da comunicação humana iniciou-se nos primórdios da história e vem evoluindo desde então conforme as necessidades do Homem. Ao longo do processo evolutivo da veiculação da informação houve sempre movimentos crescentes e sucessivos na história: da oralidade para a escrita, da escrita para a imprensa, desta para o rádio e para a televisão, até culminar na era da informática. Em função das tecnologias adotadas para a transmissão da informação, a evolução do Ensino à Distância foi dividida em três gerações [MOORE & KEARSLEY, 1996], as quais foram classificadas como textual, analógica e digital [ROPOLI et al, 2002]:

1ª Geração: Textual (até 1970)

O surgimento da escrita permitiu o aparecimento da primeira forma de Ensino à Distância: o estudo por correspondência, cujo meio de comunicação era o material impresso. Geralmente utilizavam-se roteiros de estudos contendo exercícios e outras atividades como material instrucional, os quais eram enviados através dos correios. Os correios, por sua vez, foram sendo barateados com o passar do tempo, assim como os materiais impressos, o que contribuiu para a propagação desses tipos de cursos no mundo inteiro. No entanto, essa modalidade de ensino só conquistou o respeito da academia em 1883, quando o Estado de Nova Iorque autorizou o *Chatauqua Institute*[12] a conferir diplomas através deste método [MOORE & LEARSLEY, 1996]. Além disso, a *Illinois Wesleyan University*[13] é citada como sendo a primeira Universidade Aberta do mundo, tendo iniciado cursos por correspondência no ano de 1874 [ALVES, 1994] e a

[12] Instituição fundada em 1874 como uma experiência educacional em "out-of-school", aprendizagem das férias. Oferece estudo no período de recesso escolar, em um nível mais sério e em nível profissional. Cerca de 8.000 estudantes inscrevem-se anualmente nas escolas de verão de Chautauqua que oferecem cursos na arte, música, dança, teatro, etc. Fonte:<http://www.chautauqua-inst.org/>

[13] Illinois Wesleyan é uma universidade privada, fundada em 1850 e que atualmente apresenta 2.100 alunos inscritos, com uma relação de estudantes/faculdade de 12:1. Fonte: <http://www2.iwu.edu /home.shtml>

Sociedade de Línguas Modernas é considerada a primeira instituição a oferecer cursos por correspondência, iniciando cursos de francês em 1856, na cidade de Berlim [LANDIM, 1997].

Resumidamente, pode-se afirmar que esta primeira geração de EaD baseou-se no estudo por correspondência e caracterizou-se pela escassez ou ausência de interatividade entre os participantes, sendo marcada por uma atitude isolada de auto-aprendizado. Além disso, foi capaz de atingir um setor da população que tinha dificuldade de acesso à educação por diversas razões (por ex., localização geográfica). Entre os países que mais estimularam esta geração de EaD destacam-se a antiga União Soviética, a Alemanha, a Grécia, a Inglaterra, os Estados Unidos, a Austrália e, por fim, países da América Latina.

2a Geração: Analógica (1970-1990)

Além de manter o uso do material impresso, e, conseqüentemente, o estudo por correspondência, esta nova geração incorporou outros meios de comunicação (rádio, televisão, videotapes, telefone, TV a cabo, etc.) no oferecimento de cursos à distância. Ao contrário da geração anterior, destacou-se por iniciar a interatividade entre os participantes, promovendo encontros presenciais, reuniões e sessões periódicas de tutoriais[14]. Esta geração permitiu oferecer uma segunda oportunidade a grandes setores da população adulta que não tiveram acesso à educação quando estavam em idade escolar. Fundamentalmente, originou-se após a criação da Universidade Aberta (do inglês, Open University) no Reino Unido, em 1969. Considerada um modelo de sucesso por combinar diferentes meios de comunicação e por oferecer cursos de alto nível, a Open University influenciou outros países, os quais adaptaram o modelo institucional e pedagógico desta universidade em suas respectivas instituições de ensino. Como exemplo, podemos citar a criação de centros e outras universidades abertas em países como Alemanha, Paquistão, Israel, Canadá, Austrália, Costa Rica, Venezuela, Japão, Índia, Irlanda, França e Espanha, as quais também se basearam no modelo de auto-aprendizado com tutoria e suporte de áudio e vídeo.

3a Geração: Digital (a partir de 1990)

Além de fazer uso dos meios de comunicação já presentes nas gerações anteriores, esta geração está baseada na inserção de novas tecnologias de informação

[14] "A tutoria é uma das características da educação à distância, por meio da qual o trabalho de cada aluno é acompanhado e orientado. Com a tutoria, o aluno tem a sua disposição um programa tutorial necessário ao processo de auto-aprendizagem que combina estratégias, atividades e recursos atuando como mediadores entre o curso e o aluno." [AGÊNCIA EDUCABRASIL, 2006].

e comunicação (TIC's) em redes de computadores. A interatividade também é bastante favorecida devido à quantidade de recursos disponíveis, como correio-eletrônico, programas de bate-papo, listas de discussões, videoconferências, etc. Porém, como em nenhum momento há a substituição de um meio de comunicação pelo outro, as mesmas são incorporadas e adaptadas conforme a necessidade. Não é porque atualmente vive-se a "febre" da Internet que o ensino via material impresso deixou de ser utilizado e/ou teve sua importância diminuída. Pelo contrário, segundo MOORE & KEARSLEY (1996), ainda há um grande percentual de cursos que ainda se utilizam do estudo por correspondência. Além disso, a experiência tem mostrado que os alunos tendem a imprimir qualquer texto que ultrapasse um determinado número de páginas. Desta forma, podemos afirmar que os materiais impressos já conquistaram seu espaço no contexto do Ensino à Distância [SALGADO, 2002].

Dados do Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e a Distância (ABRAEAD, 2005), indicam que a mídia mais usada pelas instituições brasileiras[15] ainda é a impressa (84%), assim como o suporte oferecido aos alunos através de cartas também apresenta um índice bastante significativo, já que 50% das instituições ainda conduzem cursos por correspondência no país [WEBAULA, 2005], o que reforça ainda mais a menção de MOORE & KEARSLEY (1996) citada anteriormente. A Internet, no entanto, pelo fato de permitir a integração entre texto, som e imagem, pode ser considerada uma ferramenta importante no Ensino à Distância, uma vez que permite a utilização de diversos recursos, como mostrados na Tabela 2.1, que oferecem ao usuário a vantagem de não depender do espaço físico para acessar rapidamente as informações desejadas, desde que tenha, no mínimo, um computador, um modem e uma linha telefônica.

Outro benefício proporcionado pela Internet está relacionado com a interação entre as pessoas, a qual pode manifestar-se de diferentes maneiras (ver a Tabela 2.2). Neste aspecto, pode-se falar em EaD antes e depois da Internet: antes só se utilizavam tecnologias de comunicação do tipo "um-para-muitos" ou de "um-para-um", porém, com o uso da Internet, foi possível agrupar as três possibilidades de comunicação em uma única mídia, conferindo a esta modalidade de ensino uma maior interação [SILVA, 2000].

[15] A porcentagem de 84% refere-se às 166 instituições cadastradas formalmente no país no período considerado, neste caso, no ano de 2005.

Recursos	Descrição
E-mail	Configura um modo de comunicação assíncrona que permite a troca de correspondência na forma digital.
Bate-papo	Configura um modo de comunicação síncrona que estimula a troca de informações simultânea entre diversas pessoas da Web.
Grupos de discussão	Estimulam a troca de informações através de mensagens entre vários membros de uma comunidade virtual que apresentam interesses em comum.
Videoconferências	Podem ser feitas com câmeras acopladas ao computador, com envio de imagens e sons via Web.
Download	Caracteriza a ação de fazer uma cópia do arquivo remoto da rede para o computador pessoal do usuário.
World Wide Web	Em termos gerais, é "a interface gráfica da Internet". Trata-se de um sistema de informações arranjado de modo a vincular todos os outros sistemas de informação disponíveis na Internet.

Fonte: http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/anacatarina.html

Tabela 2.1.

Recursos disponíveis com o uso da Internet.

Modalidades	Definição
Comunicação um a um	Apresenta a mesma concepção da correspondência tradicional: existe uma pessoa que remete a informação e outra que recebe. Ex.: e-mail.
Comunicação de um para muitos	É o caso do rádio e da televisão, mas também podem incluir os fóruns de discussão, em que existe um mediador e todos que têm acesso ao fórum enxergam as intervenções e podem fazer suas próprias intervenções.
Comunicação de muitas pessoas para muitas pessoas	Pode envolver a construção colaborativa de um site ou de um grupo virtual, como é o caso das comunidades colaborativas em que todos participam da criação e desenvolvimento da própria comunidade e respectivas produções. Ex: Wikipedia.

Fonte: Revista eletrônica "Educação e Pesquisa".

Tabela 2.2.

Modalidades comunicativas para a interação entre pessoas na Internet.

Dados de 2006 mostram que o número de usuários residenciais que utilizam a Internet atingiu 14,5 milhões de pessoas em novembro, número 15,5% maior que novembro de 2005. O Brasil também é o país com maior tempo médio de navegação residencial por usuário, com 20h4min. [IBOPE, 2006]. Além disso, segundo dados da IDC, International Data Corporation, de janeiro a outubro de 2006 haviam sido vendidas 4,6 milhões de unidades de desktops (o preferido pelos consumidores brasileiros por apresentar custos mais baixos). Já os notebooks, que já contam com modelos de cerca de 2 (dois) mil reais e com a tendência de baixar ainda mais o preço, também foram muito vendidos, atingindo 363 mil unidades no mesmo período, com tendência a uma alta considerável nas vendas de computadores [IDC, 2006].

Com o avanço dos meios de comunicação, atualmente já se considera a existên-

cia de uma quarta geração de EaD, caracterizada pelo uso de banda larga, "a qual permite estabelecer e manter a interação dos participantes de uma comunidade de aprendizagem com mais qualidade e rapidez" [ROPOLI et al, 2002]. No Brasil, aproximadamente 38 milhões de pessoas acessaram a Internet em 2007, sendo que 8,8 milhões por meio da banda larga, o que representa uma taxa de penetração de cerca de 23% da população. De acordo com algumas pesquisas, estima-se que o Brasil terá 17 milhões de usuários conectados em banda larga no ano de 2009, levando o mercado a alcançar o patamar de 3,1 bilhões de reais em negócios entre utilização residencial e corporativa [PC WORLD, 2008].

Considerando a criação da Universidade Aberta do Brasil (UAB) e, conseqüentemente, a consolidação do Ensino à Distância no país nos próximos anos, convém listar algumas vantagens e desvantagens (ver a Tabela 2.3) desta modalidade de ensino, sem nos atermos em discussões mais profundas.

De acordo com a ABED, as principais vantagens estão ligadas às facilidades oferecidas pela maior flexibilidade com relação a horários e lugares e as principais desvantagens estão relacionadas aos custos de desenvolvimento, que podem ser relativamente elevados. Além disso, os custos decrescentes das tecnologias ainda não são suficientes para que se tornassem acessíveis a todas as camadas sociais, mesmo com os esforços na diminuição dos preços dos desktops bem como dos laptops. Desta forma, a utilização de computadores no Ensino à Distância necessita de investimentos por parte não só de quem pretende ensinar (como propõe o governo, com a criação da UAB), mas também de quem pretende aprender. Por outro lado, o EaD também apresenta uma importante característica: o de minimizar os custos de deslocamentos, economizando recursos, como dinheiro e tempo.

Porém, é importante ressaltar que a cada dia que passa já é possível identificar uma série de elementos on-line integrados com o ensino presencial: acesso à web para a realização de trabalhos escolares, busca por artigos científicos, visitas a bibliotecas virtuais, dowloads de listas de exercícios e material de apoio referente a uma determinada aula e/ou disciplina, etc. Desta forma, uma diferenciação rigorosa entre ensino presencial e à distância já não faz mais sentido.

Vantagens*
Ensino independente de tempo e lugar: o treinamento pode ser feito em qualquer lugar a qualquer momento. O alcance é limitado pelo alcance da Internet;
Minimização de deslocamentos: não há necessidades de deslocamentos freqüentes para locais físicos predeterminados, o que também determina uma redução de custos sobre o transporte, alimentação e hospedagem;
Redução dos custos de distribuição: o material instrucional é disponibilizado através da Internet, não havendo custos de impressão, estoque e transporte;
Acesso on-line às ementas dos cursos e entrega eletrônica de trabalhos;
As correções e atualizações são bem mais simples, pois são realizadas em um único site, sendo imediatamente disponibilizado a todos os usuários da internet;
Atendimento em massa personalizado ("mass customization"): é a possibilidade de oferecimento de ensino em massa com a adequação às características dos alunos.
Possibilidade de determinação, pelo aluno, de seu ritmo de aprendizagem: o que faz com que o indivíduo possa ter um papel ativo sobre o ritmo e necessidades de aprendizagem.
Network: possibilita e promove a troca de experiências, criando uma comunidade virtual. Essa troca enriquece, estimula e dinamiza o aprendizado dos alunos.
São possíveis diversas técnicas de ensino, tais como: texto, imagens, comunicação entre professores, professores - alunos e entre alunos;
A Internet facilita a escrita colaborativa, aumenta a capacidade de raciocínio bem como a compreensão pela diversidade;
O aluno investe e desenvolve as habilidades pessoais e tem mais facilidade em dar a sua contribuição e retorno;
O estudante que administra o seu tempo, uma vez que a internet funciona 24 horas por dia.
Desvantagens
Desenvolve pouco as relações humanas uma vez que a interatividade entre os participantes só se dá através da criação de grupos de discussão e afins;
Exige o domínio de meios ainda não ao alcance de todos (Ex.: internet);
Exige uma grande motivação;
Exige da entidade formadora o desenvolvimento de um bom suporte;
Pode ser demasiadamente teórico;
Envolve custo, a maioria relacionado com a Implantação e Operação das Instituições de Ensino.

** As vantagens do EaD, em especial, foram baseadas no uso da internet como meio de comunicação.*
Fonte: http://www.aulanet.com.br/
Fonte: http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/anacatarina.html

Tabela 2.3.

Vantagens e desvantagens do Ensino à Distância.

2.2.
O Contexto Internacional

Muitas instituições de ensino superior empregam o Ensino à Distância em suas respectivas grades curriculares, seja para ministrar cursos, seja para disponibilizar recursos e/ou Materiais Instrucionais para seus estudantes. Este processo decorre do estímulo e interesse nesta modalidade de ensino que há séculos vem sendo utilizado por diversos países [WEBAULA, 2005]. Ainda há muitas divergências quanto à primeira instituição e o primeiro curso a distância a fazer uso desta

modalidade. Porém, a bibliografia é unânime quanto à importância da Open University [AZEVEDO, 2003], considerada uma das melhores universidades da Europa (com mais de 200 mil estudantes matriculados), concorrendo, inclusive, com as de ensino presencial. Atualmente oferece 360 cursos de graduação e pós-graduação em diversas áreas, incluindo matemática, medicina, química, computação, administração, direito, etc. Os cursos desta instituição são voltados principalmente a adultos que estudam em tempo parcial, em suas próprias casas ou locais de trabalho. Além disso, já contribuiu para a criação de cerca de 40 outras instituições de Ensino à Distância por todo o mundo [ABED, 2003]. Vale destacar ainda que tanto o governo como a própria universidade financia parte do corpo discente.

Além da Open University, existem várias outras instituições que oferecem cursos à distância no mundo, das quais merecem destaque as seguintes universidades abertas: Open Learning Agency (OLA) - Canadá, University of South Africa (UNISA) - África do Sul e a Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) - Espanha.

De acordo com Lúcio França Teles, Professor da Faculdade de Educação da Simon Fraser University (Canadá), o Canadá foi um dos primeiros países a desenvolver a modalidade de Ensino à Distância, iniciando o estudo por correspondência a partir do século XIX. Algumas unidades especiais de EaD, tais como a Open Learning Agency (Columbia Britânica), a Agência de Educação Aberta (província de Alberta) e a Tele Université (Quebec), por exemplo, foram criadas na década de 70. Com o avanço dos meios de comunicação nos anos 90, em especial da Internet, o governo iniciou vários projetos[16] tecnológicos e pedagógicos com o intuito de apoiar a consolidação do Ensino à Distância nesse país, atingindo desde as escolas primárias - as quais, posteriormente, todas foram conectadas a Internet - até o ensino superior. No caso do ensino superior, foram criados Centros Nacionais de Excelência envolvendo a participação de 33 universidades e 150 pesquisadores, que tinham como objetivo o desenvolvimento de modelos pedagógicos apropriados ao Ensino à Distância on-line, utilizando para isso softwares livres. Atualmente, o ensino on-line cresce cerca de 15% ao ano no ensino superior, podendo atingir um crescimento anual de 25% no sistema secundário (similar ao Ensino Médio existente no Brasil). Assim como o Brasil, o Canadá também apresenta áreas de difícil acesso, o que torna a modalidade de Ensino à Distância uma ferramenta importante no que se refere à democratização do acesso a educação.

[16] O governo do Canadá criou o CANARIE (Canadian Network for the Advancement of Research, Industrie and Education) com a finalidade de desenvolver redes de transmissão de alta velocidade, dando origem a uma das redes mais rápidas do mundo, a atual Canet.

No caso da Espanha, por exemplo, existe uma universidade pública voltada para o ensino não presencial, a Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Fundada em 1973, atualmente possui cerca de 200 mil alunos matriculados, sendo que 140 mil estão matriculados nos cursos de graduação e o restante em outros cursos superiores (especialização, pós-graduação, mestrado e doutorado). Considerada uma das maiores universidades do mundo nesta modalidade de ensino, atualmente oferece 177 cursos (de 4 a 5 anos de duração) em diversas áreas, inclusive licenciatura em química. O corpo docente é constituído de 1.200 professores (dedicação exclusiva), 4.000 tutores e 1.200 administradores. Além disso, possui uma estrutura dupla, muito semelhante ao do Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ): i) uma parte contendo a sede em que se localizam as bibliotecas, laboratórios e professores titulares (como já existe nas universidades convencionais) e ii) outra parte contendo centros[17] que ficam distribuídos pela cidade ou pelo interior do país.

Embora a UNED seja uma universidade pública, existe a cobrança de mensalidades pelo fato da Espanha garantir ensino gratuito apenas para o ensino obrigatório. Desta forma, o governo contribui apenas com 25% do orçamento da instituição. De acordo com Jesús Martín Cordero, ex-professor da UNED, a Universidad Nacional de Educación a Distancia é a sétima instituição no ranking de produção científica, evidenciando que é possível desenvolver Ensino à Distância de qualidade no ensino superior. Porém, o fato da UNED representar um monopólio na Espanha no que se refere a esta modalidade de ensino, acaba gerando certa estagnação e falta de investimento por parte da universidade, ocasionando a evasão de alunos. No entanto, as pessoas formadas na modalidade EaD no sistema espanhol são reconhecidas como profissionais competentes, não existindo distinção entre àqueles formados nas universidades convencionais.

A África do Sul, país com quase 48,6 milhões de habitantes e de vasta extensão territorial (1.219.912 km^2) [CORREIO DA MANHÃ, 2008], também tem se destacado na modalidade EaD graças à University of South África (UNISA), a qual vem sendo aplicada nesta universidade desde 1946. Fundada em 1873, é a universidade mais antiga da África do Sul e ainda contribui de forma significativa para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento nesse país [UNISA, 2006]. A UNISA possui atualmente um corpo discente composto por cerca de 250 mil estudantes (formais e não-formais) e oferece cursos nas áreas de saúde animal, agricultura, ciências ambientais, economia, leis, negócios, ciências humanas, etc. Além disso, tem representantes espalhados por todas as províncias

[17] Esses centros são munidos de laboratórios, salas de aulas, etc. e são nestes locais que os estudantes geralmente recebem a tutoria e realizam as provas presenciais. Na Espanha, estes já ultrapassam 70, os quais estão espalhados na Espanha e também no exterior.

da África do Sul bem como em outros países africanos [MELO & MELO, 2005].
Assim como essas mega-universidades espalhadas pelo mundo, diversos outros países e/ou instituições têm adotado maneiras organizacionais distintas para o emprego de programas na modalidade EaD. Muitas instituições, geralmente universidades tradicionais, tomam a iniciativa de organizar programas de Ensino à Distância, seja de forma isolada ou através de consórcios.

No Brasil, por exemplo, algumas universidades estrangeiras, individualmente ou em parceria com outras instituições brasileiras, estão penetrando no mercado educacional do país. Em março de 2006, o atual secretário de Educação a Distância do Brasil, Ronaldo Mota, realizou uma palestra no Instituto de Tecnologia Educacional (IET), localizado em Londres, com a finalidade de apresentar o projeto Universidade Aberta do Brasil (UAB). Além disso, o secretário participou da inauguração do pólo britânico da Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), sediado na Open University. O objetivo desse pólo (ABED-Britânico) é trocar informações sobre inovações em tecnologia educacional, bem como debater pedagogias e práticas desenvolvidas no Reino Unido que possam ser pertinentes à realidade brasileira [PORTAL MEC, 2006].

Mais recentemente, gestores do Instituto de Educação Aberta e a Distância (IEDA) de Moçambique (África) visitaram a Secretaria de Educação a Distância (SEED/MEC) para conhecer a experiência brasileira em EaD, uma vez que a realidade e os desafios enfrentados em ambos os países são, em geral, bastante similares. Segundo informações do Departamento de Políticas em Educação a Distância, um projeto de cooperação mútua que visa a formação de professores à distância será formalizado, em breve, entre Brasil e Moçambique [MEC, 2007].

2.3.
O Contexto no Brasil

O emprego estratégico do Ensino à Distância já ocorre em diversos países (Inglaterra, Cuba, Espanha, China, Turquia) e no Brasil surgiu com uma alternativa para a ampliação do ensino superior com padrões de qualidade, como forma de combate à histórica situação de desigualdade de acesso ao ensino superior no país [UAB, 2006]. Desta forma, à medida que a oferta de cursos nesta modalidade de ensino foi aumentando, a procura por cursos de graduação e pós-graduação a distância também foi crescendo, principalmente nos últimos anos. De acordo com o Anuário Brasileiro Estatístico de Educação Aberta e à Distância

(ABRAEAD), divulgado em abril de 2006, o número de alunos cresceu 62% em 2005, atingindo 1,2 milhões de alunos. A região Sul, em especial, foi a que mais cresceu, passando de 14.930 alunos em 2004 para 109.163 em 2005, registrando um aumento de 631,2%. Com a finalidade de suprir essa demanda e expandir o acesso à educação superior, o MEC criou o programa Universidade Aberta do Brasil (UAB).

Historicamente, não se sabe a real origem do ensino a distância no Brasil. Alguns artigos citam a criação do Instituto Monitor (1939) e do Instituto Universal Brasileiro (1941), outros dizem que se deu início em 1904, no Rio de Janeiro, com a criação do primeiro curso a distância no Brasil. Porém, a origem de EaD mais citada na bibliografia data de 1923, ano em que foi fundada a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, a qual iniciou o ensino através do rádio no país. Sendo assim, diferente de outros países, o Brasil teve suas primeiras experiências em Ensino à Distância através do rádio, uma vez que esse era o meio de comunicação que predominava no país até a criação do Instituto Monitor, que passou então a atuar no ensino por correspondência. Cronologicamente, podemos representar a evolução do EaD no Brasil conforme a Tabela 2.4:

1923	Criação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro.
1936	Doação da Radio Sociedade do Rio de Janeiro ao Ministério da Educação e Saúde.
1937	Criação do Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação.
1939	Criação do Instituto Monitor, considerado a primeira escola de Ensino à Distância do país.
1941	Criação do Instituto Universal Brasileiro.
1946	Criação do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC.
1947	Criação da Universidade do Ar, que chegou a atingir 318 localidades e 80 mil alunos na década de 50. Embora tenha sido avaliada positivamente em âmbito nacional e considerada importante para a história do EaD no país, foi extinta em 1961. (Fonte: Senac).
1959	Início das escolas radiofônicas em Natal-RN.
1960	Início da ação sistematizada do Governo Federal em EaD. Firmação de contrato entre o MEC e a Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB): expansão do sistema de escolas radiofônicas aos estados nordestinos, que fez surgir o Movimento de Educação de Base (MEB), sistema de Ensino à Distância não-formal.
1963	Escolas Internacionais (EI) se estabelecem no país com cursos da International Community School (ICS) - credenciada pelo British Council, e membro do programa English UK.
1965 a 1974	Criação e Instalação de oito emissoras de TVs Educativas pelo poder público.
1967	Criação da Fundação Padre Anchieta, mantida pelo Estado de São Paulo, com o objetivo de promover atividades educativas e culturais através do rádio e da televisão.

Tabela 2.4.

Evolução do EaD no Brasil

1969	TVE Maranhão/CEMA-Centro Educativo do Maranhão: Programas educativos para a 5a série (inicialmente em circuito fechado) e a partir de 1970, em circuito aberto, também para a 6a série.
1970	É iniciada, em cadeia nacional, a série de cursos do Projeto Minerva[18].
1971	Surgimento da Associação Brasileira de Tele-Educação (ABT), pioneira em cursos à distância, capacitando os professores através de correspondência.
1972	Criação do Programa Nacional de Tele-Educação (Prontel) que fortaleceu o Sistema Nacional de Radiodifusão Educativa (Sinred).
1973	Projeto Minerva passa a produzir o Curso Supletivo de 1º Grau, II fase, envolvendo o MEC, Prontel, Cenafor e demais secretarias de Educação.
1974	TVE Ceará começa a gerar tele-aulas. Centro de Ensino Técnico de Brasília (Ceteb) inicia o planejamento de cursos em convênio com a Petrobrás para capacitação dos empregados desta empresa e do projeto Logus II, em convênio com o MEC, para habilitar professores leigos sem afastá-los do exercício docente.
1976	Criação do Sistema Nacional de Teleducação, centralizado em seis grandes centros como uma alternativa para atingir um público sem condições de freqüentar cursos em horários e locais fixos.
1978	Lançado o "Telecurso de 2° Grau" (televisão e materiais impressos), pela Fundação Padre Anchieta (TV Cultura/SP) e Fundação Roberto Marinho.
1979	Criação da Fundação Centro Brasileiro de Televisão Educativa/MEC (FCB-TVE).
1981	Início do "Telecurso 1º Grau", resultado da parceria da FRM com o Ministério da Educação e a Fundação Bradesco. Coordenação das atividades da TV Educativa do Rio de Janeiro, da Radio MEC-Rio, da Radio MEC-Brasília, do Centro de Cinema Educativo e do Centro de Informática Educativa. FCB-TVE trocou sua sigla para FUNTEVE.
1983 a 1984	Criação da TV Educativa do Mato Grosso do Sul. Inicio do "Projeto Ipê", da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e da Fundação Padre Anchieta, com cursos pura atualização e aperfeiçoamento do magistério de 1º e 2º Graus, utilizando-se de multimeios.
1985	Escolas Internacionais adquirem o Instituto Monitor. Aparecimento do uso de mídias de armazenamento (videoaulas, disquetes, CD-Rom, etc.) como meios de comunicação complementares.
1988	"Verso e Reverso - Educando o Educador": curso por correspondência para capacitação de professores de Educação Básica de Jovens e Adultos/ MEC Fundação Nacional para Educação de Jovens e Adultos (EDUCAR), com apoio de programas televisivos através da Rede Manchete.
1988 a 1991	Informatização e reestruturação do Sistema de Teleducação, estabelecendo-se diretrizes válidas até hoje. (Fonte: Senac)
1990	Uso intensivo de teleconferências (cursos via satélite) em programas de capacitação à distância.
1991	0 Projeto Ipê passa a enfatizar os conteúdos curriculares.

Tabela 2.4. (continuação)

Evolução do EaD no Brasil

[18] O Governo Federal criou, na década de 70, o Projeto Minerva, um programa radiofônico de 30 minutos de cunho informativo-cultural e educativo, com transmissão obrigatória para todas as emissoras do país. Por vários motivos, o esforço do Governo resultou inútil, pois o programa não conquistou a audiência. Fonte: http://www.sebrae.com.br/revistasebrae/02/artigo7.htm

1992	Criação do projeto de Licenciatura Plena em Educação Básica: 1º a 4º séries do 1º grau, apoiado por: Núcleo de Educação a Distância do Instituto de Educação da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Universidade do Estado do Mato Grosso (Unemat), Secretaria de Estado de Educação e Tele-Universite du Quebec (Canadá).
1994	Início da oferta de cursos superiores à distância por mídia impressa.
1995	Disseminação da Internet nas instituições de ensino superior. Criação da ABED. Criação do "Telecurso 2000®" pela Fundação Roberto Marinho e pela Fiesp - união e aperfeiçoamento dos dois cursos produzidos anteriormente: o "Telecurso 2º Grau" e o "Telecurso 1º Grau".
1997	Criação de ambientes virtuais de aprendizagem em universidades públicas e particulares.
1999	Credenciamento oficial de Instituições universitárias para atuarem em Ensino à Distância.
2000	Criação da Universidade Virtual Pública do Brasil (UNIREDE) e da Universidade Virtual Brasileira (UVB).
2002	Criação do Projeto Veredas, cujo objetivo era oferecer um curso de Formação Superior de Professores dos anos iniciais do Ensino.
2005	Criação do projeto Universidade Aberta do Brasil (UAB) pelo Ministério da Educação, para a articulação e integração experimental de um sistema nacional de educação superior.
2006	Início do projeto piloto da UAB. O primeiro curso a ser oferecido na modalidade a distância foi o de graduação em Administração.
2007	Implementação da UAB.

Tabela 2.4. (continuação)

Evolução do EaD no Brasil

Fonte: Instituto Monitor, Senac, Fundação Roberto Marinho e SEED, 2006.

Ao observar os tópicos listados na tabela acima, pode-se constatar que durante muitos anos o Ensino à Distância no Brasil desenvolveu-se através de ações e iniciativas isoladas. O Instituto Monitor e o Instituto Universal Brasileiro, em especial, destacaram-se nessa modalidade de ensino por manterem-se no mercado até hoje, uma vez que foram criados há bastante tempo, em meados da década de 40. Porém, com o avanço dos meios de comunicação, especialmente da Internet, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) passaram cada vez mais a fazer parte dessa modalidade de ensino, apresentando mais popularidade a partir dos anos 90. Foi nesse período que houve a disseminação da Internet nas instituições de ensino superior, a criação da ABED e do "Telecurso 2000®", o credenciamento oficial de Instituições universitárias para atuarem em EaD e o surgimento de vários projetos na forma de convênios e/ou consórcios entre universidades. Uma breve descrição dessas iniciativas em EaD no Brasil pode ser visualizada a seguir:

Instituto Monitor

O Instituto Monitor foi fundado por Nicolas Goldberger em 1939, numa época

em que o Ensino à Distância ainda era novidade no Brasil. Desde sua criação, oferece cursos profissionalizantes em diferentes áreas e atualmente também atua na formação, qualificação, habilitação, especialização e treinamento de pessoas. O Instituto existe há 67 anos e desde a sua fundação já formou cerca de 5 milhões de alunos, o que evidencia o sucesso dessa escola [INSTITUTO MONITOR, 2006].

Instituto Universal Brasileiro

Assim como o Instituto Monitor, o Instituto Universal Brasileiro[19] também é um dos pioneiros em Ensino à Distância no Brasil. Fundado em 1941, atualmente oferece cursos supletivos[20] para o Ensino Médio e Fundamental e mais de 30 cursos profissionalizantes, nos quais aproximadamente 160 mil alunos estão matriculados. Nesses mais de 60 anos de existência, já formou cerca de 3,6 milhões de alunos.

Esse instituto mostra-se bem estruturado, sendo composto por diversos departamentos: Departamento de Recebimento de Correspondência – DRC, Central de Processamento de Dados – CPD (Responsável pelo registro e controle do andamento dos cursos, expedição de aulas, etc.), Departamento de atendimento ao aluno – DAE, Departamento Didático – DED (Responsável pela atualização e modernização dos cursos oferecidos), Departamento de arte – DAR (Responsável pela criação, produção e apresentação gráfica das aulas e de todo material instrucional), Parque Gráfico (Responsável pela impressão de folhetos ilustrados, impressos de apoios, aulas, revistas e catálogos destinados aos alunos), Departamento de Conferência – DEC (Responsável pela correção das tarefas e testes aplicados aos alunos) e Departamento de Expedição – DEX (Responsável pelo envio de todo material didático de apoio destinado ao desenvolvimento do curso) [INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO, 2006].

Senac

O Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac) foi criado em 10 de janeiro de 1946 e desde então deu início a atividades relacionadas com Ensino à Distância. Entre elas, destacam-se: Criação da Universidade do Ar (1947);

[19] Credenciado pelo Conselho Estadual de Educação, de acordo com a autorização expedida pela Secretaria de Educação, conforme publicação no Diário Oficial do Estado de São Paulo, poder executivo "Seção I", do Conselho Estadual de Educação de São Paulo do dia 18 de Dezembro de 1999, conforme processo CEE 239/99, Parecer 678/99.

[20] Os Certificados de Conclusão oficiais expedidos pelo Instituto Universal Brasileiro são válidos para todo o território nacional e permitem o prosseguindo dos estudos no nível superior, bem como a inscrição em concursos públicos ou empregos que exigem o nível de Ensino Fundamental e Médio.

Criação do Sistema Nacional de Teleducação (1976); "Abrindo Caminhos" - Programas radiofônicos voltados à orientação profissional na área de Comércio e Serviço (1983-1986); Informatização e Reestruturação do Sistema de Teleducação (1988-1991); Criação do Centro Nacional de Educação a Distância (CEAD) pelo Departamento Nacional (1995); Implantação do Espaço Senac (1996); Criação da Rede Nacional de Teleconferência (2000); Cursos para Internet (2000); Curso de Especialização em EaD (2001); etc.
Além da produção de vários cursos à distância disponibilizados à população de um modo geral, o CEAD desenvolve projetos de capacitação do corpo técnico e de educação aberta. Atualmente as ações educativas do Senac na modalidade à distância dividem-se em duas vertentes: EaD Formal, que se refere aos cursos à distância (Programas Especiais, Qualificação Básica, Aperfeiçoamento, Nível Técnico, Especialização) e EaD Aberta, que se refere às teleconferências e ao programa radiofônico [SENAC, 2006].

Telecurso 2000®

O Telecurso 2000® foi criado em 1977 pela Fundação Roberto Marinho. Trata-se de uma instituição privada, sem fins lucrativos, que desenvolve projetos voltados para o ensino formal e informal, bem como projetos educacionais visando a preservação e revitalização do patrimônio histórico, cultural e natural nos mais diversos pontos do Brasil. Atualmente várias emissoras, públicas e privadas, exibem as tele-aulas[21], que foram gravadas durante os anos de 1994 e 1995, substituindo os antigos Telecurso 1º Grau e Telecurso 2º Grau, cujas aulas haviam sido gravadas durante as décadas de 70 e 80. Porém, recentemente começou a ser analisado um projeto de regravação de algumas aulas, seja pelo desgaste das aulas originais, seja pela destatualização de alguns tópicos de determinadas disciplinas, como por exemplo, Geografia e História. [TELECURSO 2000, 2007].

Universidade Virtual Pública do Brasil (UNIREDE)

Trata-se de um projeto formado por um consórcio de 70 Instituições públicas de ensino superior (IPES), entre universidades federais, estaduais e CEFETS. Foi fundada em agosto de 2000 e abrange os níveis de graduação, pós-graduação, extensão e educação continuada, com o apoio dos Ministérios da Educação (MEC), da Ciência e Tecnologia (MCT) e outros parceiros.
O consórcio permite a cooperação entre as universidades e escolas técnicas, evi-

[21] "Tele-aulas" são aulas dadas através da televisão, nas quais o aluno pode ter acesso a conteúdos de Ensinos Fundamental e Médio sem sair de casa. As "tele-aulas", assim como suas apostilas correspondentes, são facilmente encontradas em bancas de jornais nas formas de DVDs ou fitas VHS, podendo também ser encomendadas à própria Fundação Roberto Marinho.

tando o isolamento e/ou duplicidade entre suas iniciativas e a não necessidade do pagamento de direitos autorais pela disseminação de metodologias, tecnologias e conteúdos elaborados nas instituições. Além de programas como a "TV na Escola" e os "Desafios de Hoje", a UNIREDE tem um curso de "Formação em Educação a Distância" (em andamento), cujo objetivo é capacitar educadores de nível superior para a estruturação de cursos à distância. Entre as instituições consorciadas, destaca-se a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a qual oferece o curso de Licenciatura em Química [UNIREDE, 2006].

Universidade Virtual Brasileira (UVB)

A Universidade Virtual Brasileira (UVB) foi criada em maio de 2000 e é a maior instituição de ensino superior credenciada pelo MEC para ofertar cursos de graduação on-line. Resultado do consórcio de 10 instituições de ensino superior (seis universidades e quatro centros universitários) de diferentes regiões do Brasil, a UVB tem como objetivo ministrar cursos basicamente via Internet e através de videoconferências. Desde sua criação, já aplicou mais de 20 cursos de extensão universitária, atuou efetivamente no mercado de treinamento corporativo (seja como fornecedora, seja como consultora) e mais de 10 mil alunos já passaram pela instituição. Além disso, as instituições associadas cooperam entre si nas áreas de tecnologia e pedagogia, gerando conteúdos para os cursos à distância oferecidos e apresentando um atendimento qualificado aos alunos [UVB, 2006].

Consócio CEDERJ

O Consórcio CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, vinculado a SECT - Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia, e as seis universidades públicas do Estado, UENF, UERJ, UFF, UFRJ, UFRRJ e UNIRIO, oferece cursos de graduação que mesclam momentos presenciais e a distância e aplicam um sistema rígido na transmissão e avaliação de conhecimentos. Além disso, utiliza quatro tipos de suporte: i) Material didático, preparado para o ensino à distância; ii) Atendimento tutorial, constituído pela tutoria presencial e à distância; iii) Processo de avaliação presencial nos pólos regionais e iv) Utilização de laboratórios em disciplinas de informática, física, biologia e química nos pólos regionais. O primeiro concurso vestibular realizado no consórcio data do segundo semestre de 2001 [CEDERJ, 2007].

Projeto VEREDAS

O projeto originou-se de uma proposta da Organização das Nações Unidas

– UNESCO, tendo em vista as diretrizes estabelecidas na Conferência Mundial de Educação Superior, realizada em Paris, em 1998. Fomentar a melhoria da qualidade do ensino por meio de ações no campo da formação de professores e do desenvolvimento sustentado são algumas metas do programa. Neste sentido, a Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais implementou um curso de Formação Superior de Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Trata-se de um Curso Normal Superior ministrado na modalidade à distância para 14.700 professores das redes estadual e municipal que estejam em efetivo exercício nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O curso foi desenvolvido em parceria com universidades, centros universitários e instituições de ensino superior de Minas Gerais e é oferecido em 21 pólos regionais de forma a atender os professores em locais mais próximos de suas residências [UEMG, 2007].

2.4. A Legislação Brasileira

A Secretaria de Educação a Distância (SEED) faz parte da estrutura organizacional do Ministério da Educação (MEC) e desde 1995 vem investindo em educação à distância e em inovações tecnológicas referentes a processos de ensino/aprendizagem. Como exemplo, podemos citar: i) Fomento da incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) e das técnicas de educação à distância aos métodos didático-pedagógicos e ii) Promoção da pesquisa e do desenvolvimento voltados para a introdução de novos conceitos e práticas nas escolas públicas brasileiras. Além disso, os principais objetivos da Secretaria de Educação a Distância são:

- Formular, fomentar e implementar políticas e programas de educação à distância (EAD), visando à universalização e democratização do acesso à informação, ao conhecimento e à educação;
- Fomentar a pesquisa e a inovação em tecnologias educacionais, por meio de aplicações de TIC's aos processos didático-pedagógicos;
- Desenvolver, produzir e disseminar conteúdos, programas e ferramentas para a formação inicial e continuada a distância;
- Difundir o uso das TIC's no ensino público, estimulando o domínio das novas linguagens de informação e comunicação junto aos educadores e alunos das escolas públicas;
- Melhorar a qualidade da educação;
- Propiciar uma educação voltada para o progresso científico e tecnológico;

- Preparar os alunos para o exercício da cidadania, mediante ações de inclusão digital;
- Valorizar os profissionais da educação.

As bases legais da educação à distância no Brasil foram estabelecidas pelas Leis, Decretos e Portarias listadas a seguir:

- Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996: Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- Decreto n.º 5.622, de 19 de dezembro de 2005: Publicado no D.O.U. de 20 de dezembro de 2004 (que revogou o Decreto n.º 2.494, de 10 de fevereiro de 1998 e o Decreto n.º 2.561, de 27 de abril de 1998) - Regulamenta o art. 80 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
- Portaria Ministerial N.º 4.361, de 29 de dezembro de 2004: Publicada no D.O.U. de 30 de dezembro de 2004, Seção 1, páginas 66/67 (que revogou a Portaria Ministerial n.º 301, de 07 de abril de 1998).
- Resolução CNE/CES nº 1, de 3 de abril de 2001: Estabelece normas para o funcionamento de cursos de pós-graduação.

Segundo o Art. 2o presente no Decreto no 5.622, a educação a distância poderá ser oferecida nos níveis e modalidades educacionais a seguir: 1) Educação básica; 2) Educação de jovens e adultos; 3) Educação especial; 4) Educação profissional, abrangendo os seguintes cursos e programas: 4.1) Técnicos, de nível médio e 4.2) Tecnológicos, de nível superior; 5) Educação superior, abrangendo os seguintes cursos e programas: 5.1) Seqüenciais; 5.2) Graduação; 5.3) Especialização; 5.4) Mestrado; e 5.5) Doutorado.

A instituição interessada em oferecer curso à distância deve solicitar credenciamento[22] específico demonstrando sua capacidade em oferecer tais cursos. O parecer do Conselho Nacional de Educação, homologado pelo Ministro da Educação por meio de Portaria publicada no Diário Oficial, pode ser encontrado nos termos da Lei 9.394/96 (LDB), do Decreto 5.622 e da Portaria MEC No. 4.361/2004 (que revoga a Portaria MEC No. 301/98). Além disso, pode ser consultada também a Portaria MEC No. 4.059/04, que estabelece, no artigo primeiro, que as instituições de ensino superior poderão introduzir na organização curricular de seus cursos a oferta de disciplinas que utilizem métodos

[22] Credencia instituições privadas que pretendem oferecer cursos de nível superior. O processo inclui uma avaliação que é realizada pelo INEP e possui caráter temporário, o que exige o recredenciamento que ocorrerá de tempos em tempos. O processo de recredenciamento implica na revisão dos itens de qualidade para manter o credenciamento da instituição privada [MEC, 2006].

não presenciais. A mesma portaria indica que até 20% da carga horária total do curso pode ser realizada na modalidade semi-presencial, desde que a instituição ofereça esta alternativa para os alunos. Desta forma, tem-se um conjunto de mecanismos que indicam os procedimentos a serem adotados pelas instituições que almejam ofertar cursos superiores na modalidade a distância, oficialmente reconhecida como válida e equivalente à presencial para todos os níveis de ensino.

Segundo informações publicadas em abril de 2006 pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED) em parceria com a Secretaria de Educação a Distância (SEED/MEC) e do Instituto Monitor, o número de instituições credenciadas a ofertar ensino à distância no país passou de 166 em 2004 para 217 em 2005, registrando um aumento de 30%. No ensino médio (técnico) e fundamental essa modalidade de ensino cresceu 40%, envolvendo também jovens e adultos [SEED, 2006]. No entanto, com a publicação da Portaria do Ministério da Educação nº 873, publicada no Diário Oficial da União em abril de 2006 como medida para desenvolver o projeto Universidade Aberta do Brasil (UAB), o número de instituições credenciadas aumentou ainda mais em 2006, uma vez que esta credencia – em caráter experimental – todas as instituições federais de ensino superior para a oferta de Ensino à Distância. Porém, de acordo com Ronaldo Mota, secretário da Seed, essa autorização experimental não substitui o ato de credenciamento definitivo e tem prazo de vigência de apenas dois anos[23] [SEED, 2006].

Recentemente (outubro/2007), a regulamentação de Ensino à Distância no Brasil foi debatida entre o Congresso Nacional e representantes de mantenedoras de instituições de ensino superior. Entre os temas discutidos, destacaram-se: as regras criadas recentemente para a modalidade EaD, os instrumentos de avaliação do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) para credenciamento de instituições de ensino superior, de pólos de apoio presencial e autorização de cursos. Ao final do debate, os representantes das mantenedoras de ensino superior sugeriram o aumento da interlocução entre o ministério e as várias entidades representativas do setor. Isso mostra que o contexto que envolve o Ensino à Distância está sempre em constante evidência e discussão.

[23] *No credenciamento definitivo, este prazo se estende por 5 anos.*

Capítulo 3

Estudo de casos do Ensino à Distância nos cursos superiores de química: Experiências Internacionais

Diferente do que existe no Brasil, em algumas universidades estrangeiras já existem cursos de química sendo oferecidos na modalidade à distância, como é o caso da 'Universidad Nacional de Educación a Distancia' (Espanha) e da 'Open University' (Inglaterra). Nessas instituições, em especial, só são oferecidos cursos na modalidade à distância.

Universidad Nacional de Educación a Distancia: Licenciatura em Ciências Químicas.

Os cursos de Licenciatura em Ciências oferecidos pela Universidade Nacional de Educação à Distância da Espanha envolvem as áreas de Física, Matemática, Química e mais recentemente Ciências Ambientais, sendo que esta última teve seu curso iniciado em 2005/2006. O currículo do curso a distância de Licenciatura em Ciências Químicas é dividido em dois ciclos principais: o primeiro envolve o oferecimento de disciplinas de matemática, física e química, enquanto que o segundo concentra, especificamente, disciplinas da área de química. Uma vez que o presente trabalho envolve a disciplina de Química Geral, pôde-se constatar que o seu conteúdo teórico está representado pela disciplina intitulada "Química Geral" e que o seu conteúdo experimental está representado pela disciplina "Práticas: Técnicas Experimentais de Química", ambas oferecidas no primeiro ciclo do curso (ver a Tabela 3.1).

No caso da disciplina teórica, esta tem como objetivo principal proporcionar ao aluno um conhecimento dos princípios básicos da Química, buscando nos mesmos os fundamentos físico-químicos e conectando-os com os aspectos mais importantes da química descritiva. Os conceitos abordados estão mostrados na Tabela 3.2.

Primeiro Ciclo		
1º Ano	**2º Ano**	**3º Ano**
Biologia Geral Física Geral Geologia Química Geral Matemática I Práticas: Técnicas Experimentais de Química	Eletricidade e Óptica Mecânica Química Analítica I Química Inorgânica I Matemática II Práticas: Análise Química Qualitativa e Quantitativa	Química Física I Química Orgânica Química Técnica I Termodinâmica Química I Inglês científico Práticas: Síntese Inorgânica Práticas: Síntese Orgânica
Segundo Ciclo		
4º Ano		
Química Analítica II Química Física II Química Inorgânica II Química Orgânica II Práticas: Técnicas Instrumentais Físico-químicas		
5º Ano		
Química Técnica II	Anuais • Macromoléculas • Síntese Orgânica • Ampliação da Química Analítica • Radioquímica 1° Quadrimestre • Análise Orgânica • Química Analítica Aplicada • Química do Estado Sólido • Métodos Teóricos de Química Física • Química Quântica 2° Quadrimestre • Técnicas de Caracterização de Polímeros • Química Orgânica Heterocíclica • Química Analítica do Meio Ambiente • Química de Coordenação • Espectroscopia Molecular • Termodinâmica Química Molecular	

Tabela 3.1.

Currículo do curso de Licenciatura em Ciências Químicas - UNED 2005/2006.

Fonte: http://www.uned.es/fac-quim/quimicaa.htm
** Nota: No 5°ano as práticas de Química Técnica II são organizadas por diferentes departamentos, de acordo com as disciplinas optativas que o aluno escolheu*

A avaliação da disciplina teórica de Química Geral é realizada de duas formas, presencial e à distância. No caso da avaliação à distância, esta é constituída de doze provas - seis objetivas (tipo "teste") e seis dissertativas - as quais são dis-

tribuídas de forma equilibrada entre as seis Unidades Didáticas do curso, restando um tipo de prova para cada unidade. As provas objetivas (ver exemplo de um exercício na Figura 3.1) consistem de várias questões (no caso do curso 2005/2006, variou de 15 a 30 questões) contendo 4 alternativas de livre escolha cada uma, enquanto que as provas dissertativas (ver exemplo de um exercício na Figura 3.2) são constituídas de uma quantidade menor de questões (no caso do curso 2005/206, variou de 5 a 8 questões), podendo apresentar um ou mais itens numa mesma questão. Já as provas presenciais, estas consistem de uma prova objetiva (contendo de 30 a 40 perguntas tipo "teste") a ser resolvida em duas horas.

Unidades Didáticas	
1	**2**
TEMAS Introdução: A Química e a Teoria Atômica. Linguagem da Química. Os Gases e a Estrutura da Matéria. Estrutura Atômica (I). Estrutura Atômica (II). Classificação Periódica. Configuração eletrônica e propriedades dos elementos.	TEMAS Ligação Iônica. Ligação Covalente (I). Ligação Covalente (II). Geometria Molecular. Outros tipos de ligações. Propriedades físico-químicas e os tipos de ligações.
3	**4**
TEMAS Termodinâmica Química. Equilíbrio Químico. Cinética Química. Estado líquido: Mudanças de estado. Soluções. Propriedades das soluções.	TEMAS Ácidos e Bases. Equilíbrio iônico em sistemas heterogêneos. Oxidação-Redução. Eletroquímica. Reações químicas. Química nuclear.
5	**6**
TEMAS Metais alcalinos e alcalinos terrosos. Famílias do alumínio e do carbono. Família do nitrogênio. Família do oxigênio. Família do halogênio. Metais e Ligas.	TEMAS Introdução a Química Orgânica. Hidrocarbonetos (I). Hidrocarbonetos (II). Funções orgânicas com ligações simples carbono-grupo funcional (I). Funções orgânicas com ligações simples carbono-grupo funcional (II). Funções orgânicas com ligações múltiplas carbono-grupo funcional.

Tabela 3.2.

Conteúdo das Unidades Didáticas da disciplina de 'Química Geral' do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED 2005/2006.

Fonte: http://www.uned.es/091349/3.htm

As provas realizadas à distância são enviadas aos centros associados (pólos presenciais) dentro de um prazo estipulado, onde são corrigidas pelos professores tutores . Depois de corrigidas e comentadas, as provas são encaminhadas aos alunos. Já as provas presenciais, são realizadas e corrigidas nos próprios pólos.

Prova Objetiva ENED: Exemplo

La velocidad de una cierta reacción está relacionada con la concetración de los reaccionantes gaseosos A y B, por la siguiente ecuación:

$$v = K[A]^2[B]$$

Sin variar las cantidades absolutas de A y B cambiamos de recipiente de reacción. El nuevo recipiente posee un volumen igual al doble del primitivo. De las siguientes proposiciones, señale la que considere correcta. La velocidad de la reacción en um tiempo dado:

a) Se hace cuatro veces menor.

b) Se hace ocho veces menor.

c) Se duplica.

d) No varia.

Figura 3.1.

Exemplo de um dos exercícios presentes na Prova Objetiva (avaliação à distância) realizada na disciplina teórica de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED (2005/2006). Fonte: UNED, 2006.

Prova Dissertativa ENED: Exemplo

Se cree que la reacción $NO_2H + NH_4^+ \rightarrow N2 + 2OH_2 + H^+$ transcurre según el mecanismo:

a) $NH_4 \rightleftharpoons NH^3 + H^+$ (equilíbrio rápido)

b) $NO_2H + H^- \rightleftharpoons OH_2 + NO^-$ (equilíbrio rápido)

c) $NO^- + NH_3 \rightleftharpoons NH_3 + NO^-$ (lento)

d) $NH_3 + NO^- \rightarrow N_2 + OH_2 + H^+$ (rápido)

Deducir lá ley diferencial de velocidad en función de $[NH_4^-]$ y NO_2H

Figura 3.2.

Exemplo de um dos exercícios presentes na Prova Dissertativa (avaliação à distância) realizada na disciplina teórica de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED (2005/2006). Fonte: UNED, 2006.

As aulas experimentais de Química Geral, por sua vez, são ministradas nos pólos presenciais. O conteúdo a ser abordado nesta disciplina encontra-se dividido em duas seções principais: I) Parte Introdutória e II) Parte Experimental. Em (I) o material instrucional é fornecido na forma de anexo e contém alguns tópicos importantes (por ex., Segurança no Laboratório, Caderno de Laboratório, Exatidão e Precisão, Balança e vidrarias), considerados fundamentais para os alunos iniciantes de um curso de Química. Já a seção (II), contém o índice dos experimentos a serem realizados ao longo do curso, como mostrado na Tabela 3.3. O material instrucional referente a cada experimento está redigido conforme a estrutura descrita a seguir:

Objetivos didáticos do experimento e o tempo necessário para sua realização;

- Esquema do experimento;

- Introdução teórica;
- Lista de materiais e reagentes;
- Relação das técnicas utilizadas com informações detalhadas daquelas que estiverem sendo mostradas pela primeira vez;
- Descrição do procedimento experimental;
- Resultados, Cálculos e Exercícios.

Vale destacar que todo experimento a ser realizado vem acompanhado de um problema que deve ser resolvido com o auxílio do uso de alguma técnica de laboratório envolvida no experimento em questão.

Experimentos
Preparando soluções.
Cristalização.
Síntese e purificação por cristalização.
Extração simples.
Extração múltipla.
Ponto de fusão.
Sublimação.
Destilação.
Separação por arraste de vapor.
Lei das proporções definidas.
Peso equivalente de um metal.
Determinação de uma constante de equilíbrio.
Poder redutor dos metais.
Série eletroquímica.
Velocidade de reação.
Análise de íons.
Padronização de soluções
Análise da acidez de um vinagre.
Análise do poder oxidante de um produto de limpeza

Tabela 3.3

Índice dos experimentos a serem realizados na disciplina "Práticas: Técnicas Experimentais de Química" do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED 2005/2006.

A avaliação à distância da disciplina experimental é constituída de quatro provas - duas objetivas (tipo "teste") e duas dissertativas - as quais são distribuídas de forma equilibrada ao longo do curso. As provas objetivas (ver exemplo de um exercício na Figura 3.3) consistem de 20 questões contendo 4 alternativas (de livre escolha) cada uma, enquanto que as provas dissertativas (ver exemplo de um exercício na Figura 3.4) são compostas por 10 questões, podendo apresentar um ou mais itens numa mesma questão. Já a prova presencial, consiste no desenvolvimento de uma das experiências que o estudante realizou ao longo do curso.

As provas realizadas à distância são enviadas aos centros associados (pólos presenciais) e as presenciais são realizadas no próprio pólo em que são realizados os experimentos, em uma data específica que não coincida com as semanas das

provas presenciais teóricas.

É importante esclarecer que embora o Programa e as Unidades Didáticas da disciplina de Química Geral sejam as mesmas para as Licenciaturas de Ciências Químicas e Físicas, as provas presenciais e as provas de avaliação à distância desses cursos são diferentes. Vale destacar também que a UNED conta com uma série de vídeos traduzidos sobre Química que se encontram a disposição dos alunos, assim como há vários vídeos produzidos pela própria universidade referentes a práticas de laboratório químico. Além disso, existem diversos audiocassetes didáticos que apresentam uma relação direta com o conteúdo da disciplina em questão [UNED, 2006].

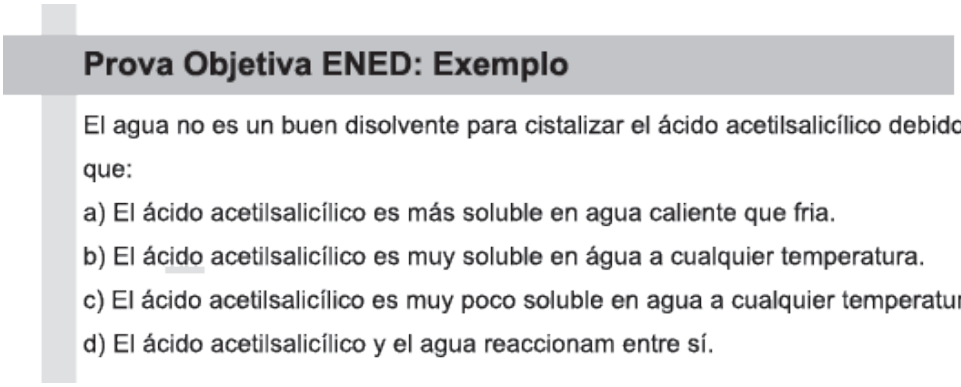

Prova Objetiva ENED: Exemplo
El agua no es un buen disolvente para cistalizar el ácido acetilsalicílico debido a que:
a) El ácido acetilsalicílico es más soluble en agua caliente que fria.
b) El ácido acetilsalicílico es muy soluble en água a cualquier temperatura.
c) El ácido acetilsalicílico es muy poco soluble en agua a cualquier temperatura
d) El ácido acetilsalicílico y el agua reaccionam entre sí.

Figura 3.3.

Exemplo de um dos exercícios presentes na Prova Objetiva (avaliação à distância) realizada na disciplina experimental de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED (2005/2006). Fonte: UNED, 2006.

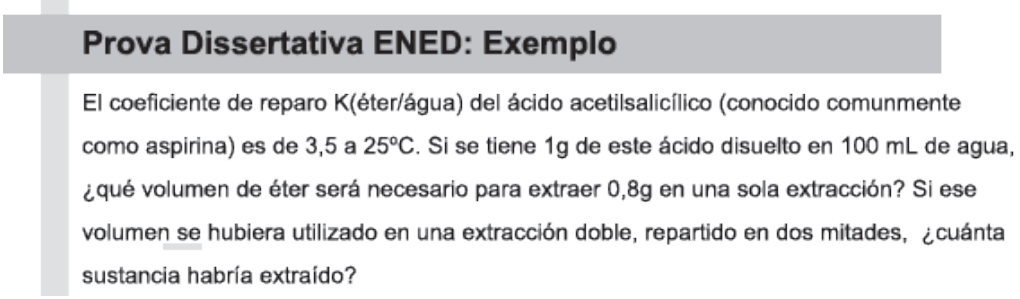

Prova Dissertativa ENED: Exemplo
El coeficiente de reparo K(éter/água) del ácido acetilsalicílico (conocido comunmente como aspirina) es de 3,5 a 25ºC. Si se tiene 1g de este ácido disuelto en 100 mL de agua, ¿qué volumen de éter será necesario para extraer 0,8g en una sola extracción? Si ese volumen se hubiera utilizado en una extracción doble, repartido en dos mitades, ¿cuánta sustancia habría extraído?

Figura 3.4.

Exemplo de um dos exercícios presentes na Prova Dissertativa (avaliação à distância) realizada na disciplina experimental de Química Geral do curso de Licenciatura em Ciências Químicas – UNED (2005/2006). Fonte: UNED, 2006.

Open University: Graduação em Química

Os cursos de graduação em química da Universidade Aberta da Inglaterra são constituídos pelos cursos de níveis 2 e 3, mostrados na Tabela 3.4. Não há requisitos para o ingresso do aluno, mas este deve estar devidamente preparado para o estudo dos níveis a serem cursados. Uma preparação usual seria a participação no curso de nível 1, denominado *'Discovering science*[25] , também discriminado na Tabela 3.4.

[25] *Esse curso introduz uma faixa de tópicos que inclui desde aquecimento global até a origem da vida, ecologia, genética, reações químicas, estrutura dos átomos (considerando o período da origem do universo), etc. Importantes conceitos são desenvolvidos no contexto desses tópicos.*

Embora ambas as universidades tomadas como exemplo sejam consideradas modelos no que se refere a Ensino à Distância, enquanto a "Universidad Nacional de Educación a Distancia" (Espanha) apresenta claramente como o curso de Licenciatura em Química está estruturado (grade curricular, ementas, lista de experimentos – no caso da disciplina de Química Geral, material instrucional, etc.) e de que forma os alunos são avaliados, a 'Open University' (Inglaterra) não divulga como o curso de Licenciatura em Ciências Químicas é conduzido, a não ser o quanto é cobrado por cada curso que constitui os diferentes níveis da grade curricular. Desta forma, fica difícil saber se os cursos de química na modalidade à distância oferecidos atualmente nos demais países são estruturados de forma homogênea, ou seja, se seguem um padrão, ou se cada instituição desenvolveu uma maneira particular de oferecer esses cursos baseada em suas próprias experiências anteriores em EaD.

Nível 1	
Título do curso	**Taxa (£)***
Descobrindo a ciência	525
Nível 2	
Título do curso	**Taxa (£)***
Explorando o mundo molecular	350
O mundo molecular	525
Nível 3	
Título do curso	**Taxa (£)***
Química Inorgânica	295
Química Orgânica: sínteses orgânicas	295
Química Orgânica: estratégia e técnicas	-
Físico-Química: medida das mudanças químicas	350
Físico-Química: princípios das mudanças químicas	-
Química dos metais de transição: síntese e estrutura	350

Tabela 3.4.
Níveis de cursos que fazem parte do curso de graduação em Química.

Fonte: http://www.open.ac.uk/
OBS: Informações sobre o conteúdo programático não estavam disponíveis no web site da universidade em questão.

Além disso, ao consultar as páginas eletrônicas de diferentes instituições que oferecem cursos à distância de Química, constatou-se que a maioria não disponibiliza a grade curricular, que pouco se sabe como os encontros presenciais são coordenados e que a forma com que os materiais instrucionais são utilizados é praticamente desconhecida. Talvez essa seja uma forma estratégica do próprio mercado em que o Ensino à Distância esteja inserido. Por exemplo, dados de 2005 indicam que o ensino on-line movimentou cerca de 300 milhões de reais no Brasil, 30% a mais que no ano de 2004 [DCI, 2005].

Atualmente é fácil encontrar cursos via internet de todos os tipos (línguas, negócios, informática, graduação, pós-graduação, especialização, etc.) e, embora alguns sejam gratuitos, a maioria não é. E mais, dependendo do curso, os custos são bastante elevados. Daí o entendimento do porque esse nicho específico do setor educacional optar por manter em sigilo seus conteúdos e materiais instrucionais.

Capítulo 4

Os cursos superiores de química no contexto da Universidade Aberta do Brasil

Diferente de alguns países em que são implantadas instituições de ensino voltadas inteiramente para o Ensino à Distância; no Brasil, observa-se a incorporação dessa modalidade por instituições já existentes, como é o caso da Universidade Aberta do Brasil. Porém, a maior parte dessas instituições que oferecem (ou passarão a oferecer) cursos à distância também o faz no ensino presencial, que é a modalidade predominante no país.

Universidade Aberta do Brasil - UAB: dinâmica proposta pelo Governo Federal

Os cursos de graduação em Química na modalidade à distância funcionarão tendo pólos de apoio presencial em determinados municípios, os quais foram previamente selecionados através do processo seletivo de pólos de apoio presencial e de cursos superiores de Instituições Federais de Ensino Superior para o sistema Universidade Aberta do Brasil – UAB, (Edital de Seleção n.01/2005-SEED/MEC), de acordo com os pareceres emitidos pela Comissão de Seleção instituída por meio da Portaria/MEC nº 1.097, de 31 de maio de 2006. A princípio, o objetivo era oferecer um determinado número de vagas em cada pólo, de acordo com a demanda de cada região (ver a Tabela 4.1), a serem preenchidas através de vestibular. Desta forma, o aluno ficaria vinculado academicamente ao pólo onde havia prestado o vestibular, devendo comparecer ao mesmo pelo menos uma vez por semana, obrigatoriamente. Dinâmica do curso: inicialmente o aluno seria encaminhado a um tutor (vínculo do aluno com o professor da disciplina), que o acompanharia durante todo seu trajeto, auxiliando-o e orientando-o. O tutor se encarregaria também de distribuir o material didático e orientar o estudante nas atividades práticas da disciplina.

Estados	Municípios - Pólos	Cursos solicitados ou demandados pelos pólos	Cursos oferecidos pelas Instituições Federais	Demanda por pólo
Bahia	Paratinga	Química	Química	50
	Piritiba	Química	Química	--
	Cursos demandados	**2**	Vagas demandadas	**50**
Ceará	Aracati	Química	Química	30
	Araçoiaba	Química	Química	30
	Barbalha	Química	Química	30
	Camocim	Química	Química	30
	Limoeiro do Norte	Química	Física	40
	Quixeramobim	Química	Química	30
	Russas	Química	Química	40
	São Gonçalo do Amarante	Química	Química	30
	Cursos demandados	**8**	Vagas demandadas	**50**
Espírito Santo	Afonso Cláudio	Química	Química	15
	Aracruz	Química	Química	15
	Aracruz	Química Industrial	Química	15
	Baixo Guandu	Química	Química	15
	Baixo Guandu	Química Industrial	Química	15
	Bom Jesus do Norte	Química	Química	15
	Bom Jesus do Norte	Química Industrial	Química	15
	Castelo	Química	Química	15
	Castelo	Química Industrial	Química	15
	Conceição da Barra	Química	Química	15
	Conceição da Barra	Química Industrial	Química	15
	Domingos Martins	Química	Química	15
	Domingos Martins	Química Industrial	Química	15
	Ecoporanga	Química	Química	15
	Ecoporanga	Química Industrial	Química	15
	Fundão	Química	Química	15
	Itapemerim	Química	Química	15
	Itapemerim	Química Industrial	Química	15
	Mantenópolis	Química	Química	15
	Mantenópolis	Química Industrial	Química	15

Tabela 4.1.

Demanda de cursos de química por pólos, distribuídos por Estado, e os cursos oferecidos pelas Instituições Federais.

Espírito Santo	Mimoso do sul	Química	Química	15
	Mimoso do sul	Química Industrial	Química	15
	Muniz Freire	Química	Química	15
	Muniz Freire	Química Industrial	Química	15
	Pinheiros	Química	Química	15
	Pinheiros	Química Industrial	Química	15
	Piúma	Química	Química	15
	Piúma	Química Industrial	Química	15
	Santa Leopoldina	Química	Química	15
	Santa Leopoldina	Química Industrial	Química	15
	Vargem Alta	Química	Química	15
	Vargem Alta	Química Industrial	Química	15
	Cursos demandados	**32**	Vagas demandadas	**480**
Mato Grosso	Ribeirão Cascalheira	Química	Química	25
	Cursos demandados	**01**	Vagas demandadas	**25**
Minas Gerais	Araçuaí	Química	Química	50
	Campos Gerais	Química	Química	50
	Congonhas	Química	Química	--
	Frutal	Química	Química	10
	Governador Valadares	Química	Química	--
	Ilícinea	Química	Química	50
	Itamonte	Química	Química	50
	Mantena	Química	Química	--
	Salinas	Química	Química	50
	Santa Rita de Caldas	Química	Química	50
	Teófilo Otoni	Química	Química	50
	Cursos demandados	**11**	Vagas demandadas	**360**
Pará	Bujaru	Química	Química	--
	Juruti	Química	Química	50
	Oriximiná	Química	Química	50
	Santana do Araguaia	Química	Química	150
	Tucumã	Química	Química	50
	Cursos demandados	**05**	Vagas demandadas	**300**
Pernambuco	Trindade	Química	Química	50
	Cursos demandados	**01**	Vagas demandadas	**50**
Piauí	Buriti dos Lopes	Química	Química	100
	Canto do Buriti	Química	Química	100
	Castelo do Piauí	Química	Química	100
	Elesbão Veloso	Química	Química	100

Tabela 4.1.
(continuação)

Demanda de cursos de química por pólos, distribuídos por Estado, e os cursos oferecidos pelas Instituições Federais.

Piauí	Esperantina	Química	Química	100
	Floriano	Química	Química	150
	Gilbues	Química	Química	50
	São João do Piauí	Química	Química	100
	Simões	Química	Química	100
	Simplício Mendes	Química	Química	100
	Uruçui	Química	Química	100
	Cursos demandados	**11**	Vagas demandadas	**1100**
Rio de Janeiro	Angra dos Reis	Química	Química	50
	Paracambi	Química	Química	80
	Resende	Química	Química	50
	Rio de Janeiro	Química	Química	--
	Cursos demandados	**04**	Vagas demandadas	**180**
Roraima	Iracema	Química	Química	--
	Normandia	Química	Química	--
	Cursos demandados	**04**	Vagas demandadas	**--**
Santa Catarina	Praia Grande	Química	Química	--
	Cursos demandados	**01**	Vagas demandadas	**--**
São Paulo	Barretos	Química	Química	50
	Cursos demandados	**01**	Vagas demandadas	**50**
Sergipe	Carira	Química	Química	25
	Laranjeiras	Química	Química	25
	Cursos demandados	**01**	Vagas demandadas	**50**
Total de cursos demandados no país		**79**	**Total de vagas demandadas no país**	**2.905**

Tabela 4.1. (continuação)

Demanda de cursos de química por pólos, distribuídos por Estado, e os cursos oferecidos pelas Instituições Federais.

A Tabela 4.2 apresenta o resultado final do processo seletivo de pólos de apoio presencial e de cursos superiores selecionados no Edital 2005 da Universidade Aberta do Brasil, divulgado no 1° semestre de 2008. Todos foram avaliados favoravelmente pela Comissão de Seleção instituída por meio da Portaria/MEC nº 1.097, de 31 de maio de 2006, após serem submetidos a uma avaliação in loco dos pólos de apoio presencial e por cumprirem as obrigações assumidas no Termo de Compromisso e na Declaração de Sustentabilidade Financeira, encaminhados ao Ministério da Educação, juntamente com a proposta de curso pretendida.

IFES	Pólos Atendidos	Estado	Região	Alunos Matriculados
CEFET-MT	Juará	MT	Centro-Oeste	34
	Pontes e Lacerda			50
	Primavera do Leste			45
	Ribeirão Cascalheira			50

Tabela 4.2.

IFES proponentes que tiveram seus cursos de licenciatura em química aprovados, a serem oferecidos em parceria com os pólos listados abaixo.

CEFET-PA	Tucumã	PA	Norte	50
	Iracema	RR		0
	Normandia			0
	São João da Baliza			0
	São Luiz do Anauá			0
UFC	Aracati	CE	Nordeste	21
	Aracoiaba			30
	Barbalha			23
	Camocim			0
	Caucaia			47
	Quixeramobim			0
	Quixeramobim			16
	Russas			30
	Sao Gonçalo do Amaran-te			26
UFMA	Porto Franco	MA		50
UFS	Areia Branca	SE		50
	Brejo Grande			0
	Estancia			50
	Laranjeiras			50
	Poco Verde			0
	Porto da Folha			0
UFPI	Castelo do Piaui	PI		50
	Floriano			50
	Piracuruca			50
	Simplicio Mendes			50
	Urucui			50
UFES	Afonso Claudio	ES	Sudeste	0
	Aracruz			0
	Baixo Guandu			0
	Bom Jesus do Norte			0
	Castelo			0
	Conceição da Barra			0
	Domingos Martins			0
	Ecoporanga	ES	Sudeste	0
	Itapemirim			0
	Iuna			0
	Mantenopolis			0
	Mimoso do Sul			0
	Muniz Freire			0
	Pinheiros			0
	Piuma			0
	Santa Leopoldina			0
	Vargem Alta			0
	Vila Pavao			0
	Vitoria			0

Tabela 4.2.
(continuação)

IFES proponentes que tiveram seus cursos de licenciatura em química aprovados, a serem oferecidos em parceria com os pólos listados abaixo.

UFMG	Araçuaí	MG	Sudeste	50
	Governador Valadares			25
	Teófilo Otoni			34
Total de pólos atendidos		**52**	**Total de alunos matriculados**	**981**

Tabela 4.2. (continuação)

IFES proponentes que tiveram seus cursos de licenciatura em química aprovados, a serem oferecidos em parceria com os pólos listados abaixo.

No total, são oito cursos de Licenciatura em Química distribuídos em 52 pólos de apoio presencial. Contudo, é importante destacar que é de responsabilidade das Instituições Federais de Ensino Superior proponentes tomarem as devidas providencias para o início dos cursos a serem ofertados.

Depois de realizar uma busca, em meados de 2008, nas páginas eletrônicas das universidades mostradas na Tabela 4.2, fica claro que realmente nem todos os cursos estão em andamento e, especificamente no caso da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES (*http://www.ufes.br*), ainda não há nenhuma previsão de abertura de vagas para alunos. Além disso, apenas as universidades federais do Ceará (*http://www.ufc.br/*), de Minas Gerais (*http://www.ufmg.br/*) e do Piauí (*http://www.ufpi.br*) disponibilizaram a programação completa do curso de Licenciatura em Química a ser oferecido na modalidade semipresencial em parceria com o projeto nacional Universidade Aberta do Brasil (UAB).

Em relação à obrigatoriedade da realização de encontros presenciais para esses cursos, exige-se o comparecimento do aluno nos pólos de apoio presencial nas situações listadas a seguir, de acordo com o parágrafo § 1o do Art. 1o do Decreto no 5.622 (de 19 de dezembro de 2005): i) avaliações de estudantes; ii) estágios obrigatórios, quando previstos na legislação pertinente; iii) defesa de trabalhos de conclusão de curso, quando previstos na legislação pertinente e iv) atividades relacionadas a laboratórios de ensino, que é o caso dos cursos de Química, Física, Biologia, etc. Para cumprir essa exigência, a SEED elaborou um exemplo de pólo de apoio presencial (considerando o Edital N.01/2005) que, além de incluir a presença de uma secretaria, uma sala de aula (típica), sala de informática, etc., também irá dispor da presença de Laboratórios Pedagógicos de ensino, os quais serão utilizados para demonstração e/ou realização de experimentos dos cursos de Licenciatura pretendidos. Um exemplo de infra-estrutura para os Laboratórios Pedagógicos previstos para os cursos de química está apresentado na Tabela 4.3. Contudo, é importante destacar que os equipamentos a serem adquiridos pelos pólos dependem da definição dos cursos e da posição das universidades que ofertarão os cursos.

Materiais / Equipamentos	Quant.
Geladeira duplex	1
Destilador de água	1
Capela com exaustão forçada (1,5m de largura)	1
Estufa de esterilização e secagem	1
Balança eletrônica (capacidade: 1kg; precisão: 2 casas decimais)	1
Placas de agitação e aquecimento	15
Manta aquecedora com regulador de temperatura (500 e 1000 mL)	4
pHmetro com eletrodo combinado	3
Centrífuga (5000 rpm)	1
Lâmpada de UV-Visível compacta (254/366 nm)	1
Bomba d'água centrífuga (0,5 HP)	1
Bomba mecânica de vácuo e ar comprimido (c/ manômetro e vacuômetro)	1
Evaporador rotativo	1
Cronômetros elétricos (precisão: centésimo de segundo)	2
Dessecadores de vidro com luvas e placa de porcelana	2
Termômetros (escala: -10 à +310°C)	20
Bicos de Bunsen com torneira	15
Telas de arame com tela de amianto	15
Aros de ferro galvanizado (sem mufa)	20
Garras (média e grande)	40
Anéis de ferro galvanizado (com mufa)	15
Mufas duplas em alumínio (p/ fixação)	45
Hastes zincada (altura: 70 cm; base: 12x20 cm)	20
Modelos moleculares	4
Plataformas ajustáveis (Tipo Jack: 20x20x35 cm; 10x10x17 cm)	12
Máquina de elo (pequena)	1
Bancos de Laboratório (altura: 70 cm)	12
Mesa para professor	1
Cadeira de secretária	1
Vidrarias	**Quant.**
Provetas (10, 50, 100, 500 e 1000 mL)	47
Erlenmeyers (25, 50, 125, 250, 500 e 1000 mL)	220
Béqueres (25, 50, 100-125, 250 e 500 mL)	115
Bastões de vidros (Tamanho: 5mm x 30cm; 3mm x 20 cm)	60
Funis (Diâmetro: 6 cm; 8-9 cm)	60
Funis de Büchner (Diâmetro: 5-6 cm; 10 cm)	18
Funis de separação (250 e 500 mL)	15
Kitassatos (125, 500 e 1000 mL)	6
Balões Volumétricos (25, 100, 250, 500, e 1000 mL)	28
Buretas (50 mL)	20
Pipetas volumétricas (1, 2, 5 e 10 mL)	20
Tubos de ensaio (12 x 1 cm)	360
Estandes para tubos de ensaio	15

Tabela 4.3.

Equipamentos e vidrarias que deverão fazer parte do Laboratório Pedagógico dos cursos de química – proposta inicial divulgada no ano de 2006.

Pinças de madeira (c/ abertura p/ tubo de ensaio)	30
Microtubos de ensaio (5mm x 10 cm)	200
Vidros relógio (Diâmetro: 8 cm)	24
Balões de fundo redondo (Capacidade: 250, 500 e 1000mL; c/ junta 24/40)	12
Cabeças de destilação (junta: 24/40; 14/20)	28
Condensadores de bola (c/ junta 24/40)	2
Condensadores de Liebig (junta: 24/40; 14/20)	27
Unhas (junta: 24/40; 14/20)	28
Pipetas de Pasteur	300
Soxhlet (500 e 1000 mL)	2
Balões (Capacidade: 25, 50 e 100 mL; c/ junta 14/20)	108
Adaptadores de termômetro para junta 14/20	24
Pyrex pequeno para banho	20
Total de materiais e equipamentos	**R$ 50.345,00**
Total de vidrarias	**R$ 10.000,00**
Reagentes	**R$ 10.000,00**
Estimativa de custo do Laboratório de Química (ref. fevereiro/2006)	**R$ 70.345,00**

Tabela 4.3. (continuação)

Equipamentos e vidrarias que deverão fazer parte do Laboratório Pedagógico dos cursos de química – proposta inicial divulgada no ano de 2006.

Ao analisar a infra-estrutura prevista para os Laboratórios Pedagógicos de ensino destinados aos cursos de química da UAB, embora seja apenas um exemplo, nota-se que a mesma é bastante simples, especialmente no que se refere aos equipamentos. Desta forma, imagina-se que os encontros presenciais reservados às práticas de laboratórios envolverão experimentos simples, uma vez que equipamentos mais sofisticados (por ex., cromatógrafos, polarógrafos, potenciostatos, espectrômetros de massa, etc.) não constam na lista disponibilizada pelo governo, nem mesmo um simples espectrofotômetro UV/Visível, equipamento bastante comum em laboratórios de ensino.

Como observação final, é importante mencionar que, embora a infra-estrutura dos Laboratórios Pedagógicos disponibilizados na página eletrônica da UAB seja apenas um exemplo, possivelmente o mesmo servirá como parâmetro para os municípios que almejam se tornar um pólo de apoio presencial e, certamente, uma parcela dos projetos encaminhados ao Ministério da Educação por meio de abertura de Edital poderão espelhar-se no modelo proposto pelo governo, ou seja, com recursos materiais simples. Consequentemente, os equipamentos de laboratório também serão modestos, mas isso não significa, necessariamente, que a parte experimental das disciplinas de Química Geral será fácil ou menos eficaz por não conter equipamentos mais complexos.

A seguir está apresentada uma breve descrição das propostas dos cursos de licenciatura em química de algumas universidades, parceiras do Programa Universidade Aberta do Brasil.

Universidade Federal do Ceará – UFC

O primeiro curso de Licenciatura Plena em química na modalidade semipresencial da Universidade Federal do Ceará teve início no 2º semestre de 2007. O candidato pode ingressar no curso somente através de processo seletivo (vestibular), realizado anualmente sob a responsabilidade da Coordenadoria de Concursos da UFC (CCV-UFC). Uma vez matriculado, os alunos contam com encontros presenciais, que representam 20% da carga horária do curso e também com atividades à distância, complementando os 80% da carga-horária restante, realizada em ambiente virtual de aprendizagem desenvolvido pela própria universidade (SOLAR[26]). Nos casos das aulas presenciais, o aluno deve comparecer ao município-pólo que optou por se veicular e acessar a internet para realizar as atividades à distância estabelecidas para o curso. O curso possui 2.880 horas, com duração de 04 anos, dividido em 08 semestres. De acordo com a legislação de EaD, as disciplinas de caráter experimental devem ter 80% da carga-horária destinada às atividades presenciais. As Tabelas 4.4 e 4.5 apresentam, respectivamente, i) a organização curricular geral do curso e ii) as ementas das disciplinas que envolvem os fundamentos de química no início do curso bem como noções gerais de EaD.

Módulos	
1º Semestre	**2º Semestre**
Educação a Distância	**Química II**
Química I	Matemática II
Sociologia da Escola	Língua Portuguesa
Segurança e Técnica de Laboratório	Física Introdutória II
Matemática I	Psicologia do Desenvolvimento e da
Prática de Leitura e Produção de Textos	Aprendizagem na Adolescência
Física Introdutória I	Informática Educativa
3º Semestre	**4º Semestre**
Física Experimental	Química Inorgânica Descritiva
Química Orgânica I	Química Orgânica II
Química Inorgânica Teórica	Didática I
Educação e Cidadania	Metodologia do Ensino em Química
Psicologia da Educação II	Aprendizagem mediada pelo computador
5º Semestre	**6º Semestre**
Físico-Química I	Físico-Química II
Química Analítica Qualitativa	Química Analítica Quantitativa
História da Química	Prática de Ensino em Química I
Estrutura, Política e Gestão Educacional	Introdução à Metodologia Científica

Tabela 4.4.

Organização curricular do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Ceará – UFC.

[26] SOLAR (http://www.vdl.ufc.br/solar) é um ambiente virtual de aprendizagem desenvolvido pelo Instituto UFC Virtual, da Universidade Federal do Ceará.

7º Semestre	8º Semestre
Química Ambiental	Monografia
Biologia Geral	Ecologia Geral
Prática de Ensino em Química II	Síntese e Caracterização de Produtos
Química de Materiais	Naturais
	Organização do Trabalho Escolar

Fonte: http://www.vdl.ufc.br/graduacao/default.aspx?i=q

Tabela 4.4. (continuação)

Organização curricular do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Ceará – UFC.

Ao analisar as ementas das disciplinas 'Química I' e 'Química II' (apresentadas na Tabela 4.4 e detalhadas na Tabela 4.5) que parecem contemplar, de certa forma, os conteúdos a serem abordados comumente nas disciplinas de Química Geral, pode-se concluir que as atividades práticas de laboratório estão sendo realizadas somente na primeira disciplina (Química I) e apenas com o objetivo de complementar a parte teórica da disciplina em questão. Já em relação à disciplina "Segurança e Técnica de Laboratório", parece que também há a realização de alguns experimentos que envolvem alguns conceitos da química fundamental (por ex.; preparo de soluções, separação de misturas, propriedades físicas, etc.), que muitas vezes acabam fazendo parte do conteúdo programático das disciplinas de Química Geral Experimental, como mostra um exame das tendências dessa disciplina no Brasil, [CESAR & de ANDRADE, 2004; *http://www.chemkeys.com*)].

1º Semestre	
Educação a Distância (64h)	Fundamentos da EaD. Organização de sistemas de EaD: processo de comunicação, processo de tutoria, avaliação, processo de gestão e produção de material didático. Relação dos sujeitos da prática pedagógica no contexto da EaD. Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Apropriação do Ambiente Virtual de Aprendizagem (específico).
Química I (96h)	**Parte teórica:** reações químicas em suas relações quantitativas de massa (estequiometria), calor e variações energéticas com relação a produtos formados e/ou decompostos. Modelos teóricos dos átomos (estrutura atômica eletrônica dos átomos), classificação periódica dos elementos químicos e ligações químicas. **Parte experimental:** atua como um complemento (verificação) dos problemas e discussões apresentados no transcorrer das aulas teóricas.
Segurança e Técnica de Laboratório (32 h)	Segurança no laboratório. Aferição de instrumentos. Preparo de solução. Técnicas de separação de misturas. Tratamento estatístico de dados experimentais. Propriedades físicas e aplicações: índice de refração; ponto de fusão; ponto de ebulição; ponto de fulgor; densidade; viscosidade; pressão de vapor.
2º Semestre	
Química II (96 h)	Focaliza temas como: ligações químicas sob o aspecto molecular; propriedades das soluções e de sistemas coloidais; aspectos cinéticos, termodinâmicos das reações químicas com conceitos sobre ácidos e bases e oxidação-redução.

Tabela 4.5.

Ementas das disciplinas que envolvem os fundamentos de química no início do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Ceará – UFC bem como noções gerais de EaD.

Informática Educativa (64 h)	A informatização da sociedade e o desafio da inclusão digital; Definição, campo, e métodos da Informática Educativa; tendências atuais da informática educativa; Diferentes usos do computador na educação: tipos de software educativo. A informática nas escolas de ensino fundamental e médio; Introdução ao uso do computador como ferramenta no ensino de áreas específicas de conhecimento. A informática educativa e sua interdisciplinaridade.
4º Semestre	
Aprendizagem mediada pelo computador (64 h)	O conceito de mediação dentro de diversas teorias da aprendizagem; Noções de softwares educativos e sua avaliação do ponto de vista da aprendizagem. Elaboração e aplicação de projetos educativos envolvendo softwares educativos no ensino de conteúdos diversos (Matemática, Ciências, Língua Portuguesa etc.).

Fonte: http://www.vdl.ufc.br/graduacao/default.aspx?i=q

Ao analisar o cronograma de atividades das disciplinas 'Química I' e "Segurança e Técnica de Laboratório" da turma 2007/2008 (ver a Tabela 4.6), e considerando que os encontros presenciais são obrigatórios para as situações de avaliação, estágio, defesa de trabalho de conclusão de curso e atividades relacionadas a laboratórios de ensino, pode-se concluir que para a disciplina "Química I" estão sendo necessários quatro encontros presenciais para a realização das atividades práticas de laboratório enquanto que para a disciplina "Segurança e Técnica de Laboratório" apenas um encontro está sendo suficiente. Desta forma, podem-se considerar duas situações distintas: i) ou está sendo realizado um conjunto grande de experimentos com curtos intervalos de tempo (e, caso seja desta forma, talvez esteja havendo demonstração por parte do docente e não a realização de experimentos por parte dos alunos) ou ii) está sendo realizado um conjunto pequeno de experimentos com intervalos de tempo que variam entre média e longa duração (e, neste caso, talvez sim os próprios alunos estejam executando os experimentos). Contudo, ao analisar novamente a ementa das referidas disciplinas na Tabela 4.5, observa-se que as mesmas apresentam um conteúdo teórico não muito extenso, sugerindo que a estratégia mais provável a ser adotada nas práticas experimentais dessas disciplinas de Química Geral esteja mais relacionada com a segunda opção: realização de um conjunto pequeno de experimentos a serem executados pelos próprios alunos, o que não representa um ponto crítico, uma vez que a realização de um número pequeno de experimentos não anula a possibilidade de se explorar conceitualmente uma variedade extensa de temas relacionados com a referida disciplina.

Tabela 4.6.

Parte do cronograma de atividades 2007/2008 do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Ceará – UFC bem como noções gerais de EaD.

Agosto	
1 a 3	Período de matrícula dos alunos na PLATAFORMA SOLAR referente às disciplinas ofertadas em 2007 (todos os pólos e cursos)
8 a 9	**Encontros presenciais - Educação à Distância**
29	**Encontro presencial - Educação à Distância**

30	**Avaliação presencial - Educação à Distância [1ª chamada]**
Setembro	
5 a 6	Encontros presenciais - Matemática I
19 a 20	Encontros presenciais - Sociologia da Escola
Outubro	
3	Encontro presencial - Matemática I
4	Avaliação presencial - Matemática I / Sociologia da Escola [1ª chamada]
17	2ª chamada e Recuperação Paralela - Matemática I
18	2ª chamada e Recuperação Paralela - Educação à Distância / Sociologia da Escola
31	**Encontro presencial - Química I**
Novembro	
1	**Encontro presencial - Química I**
14	**Encontro presencial - Segurança e Técnicas de Laboratório**
28 a 29	**Encontros presenciais - Química I**
Dezembro	
19	**Avaliação presencial - Química I [1ª chamada]**
20	**Avaliação presencial - Segurança e Técnicas de Laboratório [1ª chamada]**
Janeiro	
9 a 10	Encontros presenciais - Física Introdutória I
16	**2ª chamada e Recuperação Paralela - Química I / Segurança e Técnicas de Laboratório**
17	Encontro presencial - Prática de Leitura e Produção de Textos

Fonte: http://www.vdl.ufc.br/graduacao/default.aspx?i=q

Tabela 4.6. (continuação)

Parte do cronograma de atividades 2007/2008 do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Ceará – UFC bem como noções gerais de EaD.

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Acessando <http://www.qui.ufmg.br/ead/> foi possível obter informações sobre o curso de Licenciatura em Química (modalidade à distância) oferecido pela UFMG, com pólos de atendimento em Teófilo Otoni (Vale do Mucuri), Araçuaí (Vale do Jequitinhonha) e Governador Valadares. De acordo com a Proposta de Implantação de curso enviada em 2005 para o MEC, o curso da UFMG possui um total de 2.850 horas, com duração mínima de oito semestres (período máximo de integralização: 13 semestres), e faz uso de alguns elementos das tecnologias digitais e da Internet como suporte.

O curso foi organizado de maneira a mesclar momentos presenciais e à distância. A parte presencial será constituída de práticas de laboratórios, acompanhamento dos alunos através de tutorias, seminários, videoconferências, participação em fóruns, avaliações, etc. As Tabelas 4.7 e 4.8 apresentam, respectivamente, i) a organização curricular geral do curso e ii) as ementas das disciplinas que envolvem os fundamentos de química no início do curso bem como as que estão relacionadas com o contexto de Ensino à Distância.

Disciplina	Carga Horária					
	Total	Teórica	Exper.	Prat. Ens.	Atv. Compl.	Estág.
1º período – 1º bimestre						
Fundamentos de Química	**60**	**60**				
Introdução às Tecnologias de Informação e Comunicação I	30	30				
Metodologia de Estudos Autônomos I	30	30				
Fundamentos da Matemática	30	30				
1º período – 2º bimestre						
Química Geral Experimental	**30**		**30**			
Geometria Analítica Álgebra Linear	60	60				
Metodologia de Estudos Autônomos II	30	30				
Sociologia da Escola I	30	30				
Introdução às Tecnologias de Informação e Comunicação II	30	30				
2º período – 3º bimestre						
Cálculo I	60	60				
Química Inorgânica	60	60				
Segurança e Técnicas de Laboratório I	**30**		**30**			
2º período – 4º bimestre						
Segurança e Técnicas de Laboratório II	**30**		**30**			
Fundamentos de Física	60	60				
Física Experimental I	30		30			
Introdução ao Ensino de Ciências A	30			30		
Introdução ao Ensino de Ciências B	30			30		
3º período – 5º bimestre						
Cálculo II	60	60				
Química Orgânica I	60	60				
Sociologia da Escola II	30	30				
Psicologia da Adolescência	30	30				
3º período – 6º bimestre						
Fundamentos de Física II	60	60				
Física Experimental II	30		30			
Química Orgânica Experimental I	30		30			
Didática do Ensino de Ciência da Natureza I	30			30		
Atividade Complementar – Biologia para Químicos	30				30	
4º período – 7º bimestre						
Química Orgânica II	45	45				

Tabela 4.7.

Organização curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Equações Diferenciais	60	60				
Atividade Complementar	30				30	
Didática do Ensino de Química I	30			30		
4º período – 8º bimestre						
Química Orgânica Experimental II	30		30			
Físico-Química I	60	60				
Fundamentos de Química Analítica	45	45				
Atividade Complementar – Ciclo de seminários regionais	15				15	
Seminários de ensino	30			30		
5º período – 9º bimestre						
Didática do Ensino de Ciência da Natureza II	30			30		
Atividade Complementar	30				30	
Físico-Química Experimental I	30		30			
Organização do Currículo	30	30				
Educação e Cidadania	30			30		
Desenvolvimento de Projeto I	30			30		
5º período – 10º bimestre						
Físico-Química II	60	60				
Análise Qualitativa	30	30				
Físico-Química Experimental II	30		30			
Avaliação de Aprendizagem	30			30		
Estágio I	30				30	
6º período – 11º bimestre						
Estrutura da Matéria	60	60				
Atividade Complementar	30				30	
Desenvolvimento de Projeto II	30			30		
Química Ambiental	60	45	15			
6º período – 12º bimestre						
Análise Quantitativa	45	45				
Cinética Química	45	30	15			
Estágio II	60					60
Recursos Minerais	60	60				
7º período – 13º bimestre						
Bioquímica	60	60				
Atividade Complementar	30				30	
Espectroscopia	30	30				
Desenvolvimento de Projeto III	30			30		
7º período – 14º bimestre						
Química Inorgânica Experimental	60		60			
Atividade Complementar	30				30	
História da Química A	30	30				
Didática do Ensino de Química II	30			30		
8º período – 15ºbimestre						
História da Química B	30	30				

Tabela 4.7. (continuação)

Organização curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Tabela 4.7. (continuação)

Organização curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Atividade Complementar	15				15	
8º período – 15º e 16º bimestres						
Trabalho final de curso	45			45		
Estágio III	120					120
9º período – 17º e 18º bimestres						
Estágio IV						195

Fonte: Proposta de Implantação do curso de Licenciatura em Química, Modalidade à Distância – UFMG, 2005.

Ao analisar o currículo e as ementas da proposta de curso da UFMG referentes às disciplinas básicas de Química, constatou-se que a disciplina "Fundamentos de Química" é totalmente teórica e aborda praticamente os mesmos temas que as disciplinas "Química I e II" do curso oferecido pela UFC. Já a disciplina de 'Química Geral Experimental', esta tem sua carga horária inteiramente reservada às aulas experimentais e aborda uma quantidade reduzida dos temas que realmente envolvem a disciplina de Química Geral: reações químicas, equilíbrio químico e eletroquímica. Porém, com acesso restrito apenas à ementa da disciplina, fica difícil obter uma informação mais consistente em relação à forma como são conduzidos os experimentos e de que maneira é realizado o acompanhamento à distância.

A UFMG reconhece a necessidade de se utilizar materiais didáticos, porém considera que esse tipo de material deverá, entre outras coisas, traduzir os objetivos do curso, contemplar todos os conteúdos anunciados nas ementas e permitir que os alunos atinjam os resultados esperados em termos de conhecimentos, habilidades, hábitos e atitudes. Dessa forma, os materiais instrucionais a serem utilizados no curso de Licenciatura em Química da UFMG deverão atender os seguintes critérios: disponibilidade de acesso pela população envolvida, capacidade de produção da UFMG, distribuição, custo, sincronia/assincronia da recepção, contexto, informações culturais. Partindo desse princípio, decidiu-se por utilizar fascículos impressos, vídeos, CD-ROM, hipertextos, livros e artigos como materiais didáticos. Contudo, os alunos também serão estimulados a consultar outros textos, principalmente via internet. É importante ressaltar que, embora a disciplina de "Química Geral Experimental" dê uma atenção especial às normas de segurança e técnicas de laboratório em suas aulas práticas, como mostra a Tabela 4.8, o curso também dedica duas disciplinas específicas para abordar este tema, "Segurança e Técnicas de Laboratório I e II", as quais são ministradas em bimestres diferentes.

1º Bimestre	
Fundamentos de Química (60 h)	Reações químicas. Estequiometria. Soluções. Estrutura atômica. Propriedades periódicas. Ligações químicas. Interações intermoleculares.
Introdução às Tecnologias de Comunicação e Informação I (30 h)	Educação e tecnologia. O uso de tecnologias em EaD. Interatividade e interação. A mediação em EaD. Aprendendo a se comunicar através de: email, chat, fórum, grupos de discussão, videoconferência, audioconferência. A busca de informações através da Internet. Sites de busca.
Metodologia de Estudos Autônomos I (32 h)	Estudar e Aprender. O estudo e a educação a distância. Ambiente de estudo. Fatores que favorecem a concentração; hábito, interesse, relaxamento, emoção. Recursos mnemônicos na aprendizagem. Planejamento, cronograma e rotinas de estudo.
2º Bimestre	
Química Geral Experimental (30 h)	Noções básicas de segurança no laboratório. Precisão das medidas e tratamento básico de dados: algarismos significativos, gráficos e unidades. Preparo e padronização de soluções. Reações químicas. Equilíbrio químico. Eletroquímica.
Metodologia de Estudos Autônomos II (30 h)	Como ler um texto. Análise e interpretação de texto. Como fazer anotações, resumos, fichamento e resenhas de artigos e livros. Tipos de fichas. Pesquisando vários textos e artigos. Pesquisa bibliográfica.
Introdução às Tecnologias de Comunicação e Informação II (30 h)	Editores de texto. Planilhas eletrônicas. Uso das plataformas de apoio à EaD.
3º Bimestre	
Segurança e Técnicas de Laboratório I (30 h)	Segurança no laboratório. Aferição de instrumentos. Tratamento estatístico de dados experimentais. Propriedades físicas e aplicações: índice de refração; ponto de fusão; ponto de ebulição; ponto de fulgor; densidade; viscosidade; pressão de vapor.
4º Bimestre	
Segurança e Técnicas de Laboratório II (30 h)	Segurança no laboratório. Separação de misturas: filtração; recristalização; destilação simples, fracionada e por arraste de vapor; sublimação e extração por solventes; cromatografia em camada fina.

Fonte: Proposta de Implantação do curso de Licenciatura em Química, Modalidade à Distância – UFMG, 2005.

Tabela 4.8.

Ementas das disciplinas que envolvem os fundamentos de química no início do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, bem como as que estão relacionadas com o contexto de Ensino à Distância.

Em relação ao sistema de avaliação e monitoramento, o objetivo da UFMG é que a mesma permita, entre outras coisas: saber o quanto foi atingido e o quanto falta para alcançar as metas e os objetivos estabelecidos; identificar os resultados positivos e quais as limitações e barreiras que estejam impossibilitando um maior avanço; decidir que alterações são necessárias para que os resultados positivos sejam atingidos, etc.

É importante ressaltar que o planejamento de infra-estrutura realizada pela UFMG requerida para os pólos de apoio presencial, especialmente no que se refere aos equipamentos e materiais para laboratório, está bastante simples, semelhante ao modelo apresentado como exemplo pela UAB. E essa realidade, querendo ou não, acaba refletindo na escolha dos experimentos a serem realizados.

Universidade Federal do Piauí – UFPI

No endereço <*www.ufpi.br/uapi*> foi possível obter algumas informações sobre o curso de Licenciatura Plena em Química na modalidade semipresencial, coordenado pela Universidade Aberta do Piauí (UAPI), por meio do consórcio formado por UFPI/UESPI e CEFET-PI. O curso possui um total de 3.115 horas, com duração de 4,5 anos (divididos em nove semestres) e oferece 205 vagas distribuídas igualmente entre cinco pólos de apoio presencial.

A parte presencial do curso contempla aulas práticas de laboratórios, atendimento aos alunos através de tutorias, seminários, videoconferências, participação em fóruns e avaliações. Os encontros para esclarecimento de dúvidas, além dos debates sobre os temas abordados ao longo das disciplinas acontecem, em sua maioria, à distância. Contudo, são realizados encontros presenciais com a presença dos professores, dos tutores e dos monitores, conforme o cronograma mostrado na Tabela 4.9. Os encontros têm duração média de quatro horas e são realizados nas sedes dos pólos de apoio presenciais de cada cidade.

Tabela 4.9.

Cronograma de atividades 2007/2008 do curso de Graduação em Química Licenciatura Plena (modalidade semipresencial) oferecido pela UFPI.

Abertura com aula inaugural – Agosto de 2007		
Datas dos encontros 2007 - Mês/Dia		Sábado Horas
Setembro: 15 e 29	sexta-feira à noite (a planejar, se preciso)	08:00 – 12:00
Outubro: 13 e 27		08:00 – 12:00
Novembro: 10 e 24		08:00 – 12:00
Dezembro: 15 e 29		08:00 – 12:00
Janeiro/08: 05 e 19		08:00 – 12:00

Fonte: http://www.ufpi.br/uapi

A Tabela 4.10 apresenta a organização curricular geral do curso, porém nenhuma informação foi obtida em relação às ementas das disciplinas. Sendo assim, é possível afirmar que são oferecidas disciplinas teóricas e experimentais de Química Geral, todavia não se sabe como as mesmas são conduzidas.

Ano 1	
Módulo 1	**Módulo 2**
Educação à Distância	Cálculo Diferencial e Integral I
Química Geral	Álgebra linear e Geometria Analítica
Química Geral Experimental	**Química Geral II**
Métodos de Estudos Autônomos	Química e Educação Ambiental
Introdução a Matemática	Sociologia da Educação
História da Educação	Psicologia da Educação
Filosofia da Educação	
Ano 2	
Módulo 1	**Módulo 2**
Estatística Aplicada à Química	Química Analítica Qualitativa
Cálculo Diferencial e Integral II	Equações Diferenciais
Química Orgânica I	Física Fundamental II
Química Inorgânica I	Física Experimental II/Q
Física Fundamental I	Avaliação da aprendizagem
Física Experimental I/Q	Fundamentos de Bioquímica
Didática Geral	
Ano 3	
Módulo 1	**Módulo 2**
Química Orgânica II	Química dos Metais de Transição
Química Analítica Quantitativa I-L	Físico-Química II
Química Inorgânica II	Química Orgânica III
Físico-Química I	Química Analítica Instrumental
Legislação e Organização da Educação Básica	Estágio supervisionado I
Metodologia para o Ensino de Química	
Ano 4	
Módulo 1	**Módulo 2**
Estágio Supervisionado II	Estágio Supervisionado III
Cinética Química	TCC I
Biomoléculas	Optativa
Optativa	Optativa
Química dos Colóides e Superfície	
Ano 5	
Estágio Supervisionado IV TCC II	

Fonte: http://www.ufpi.br/uapi

Tabela 4.10.

Organização curricular do curso de Licenciatura Plena em Química semipresencial da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

No endereço <http://www.nead.ufma.br/> foi possível obter alguns dados sobre o curso de Licenciatura em Química (modalidade semi-presencial) oferecido pela UFMA. O curso possui um total de 3.000 horas, com duração mínima de quatro anos e pode ser concluído em até seis anos.

Um processo seletivo foi realizado em novembro/2007 para o preenchimento de 50 vagas disponíveis na universidade. A Tabela 4.11 apresenta a organização curricular geral do curso, porém não foi possível obter informações referente às ementas e/ou cronograma do curso, o que impossibilita saber como são conduzidas as disciplinas de Química Geral, especialmente a "Química Geral Experimental", que tem sua carga horária inteiramente reservada às aulas práticas.

Disciplina	Carga Horária					
	Total	Teórica	Exper.	Prat. Ens.	Atv. Compl.	Estág.
1º Semestre						
Química Geral	**60**	**60**				
Química Geral Experimental	**30**		**30**			
Cálculo I	60	60				
História da Química	30	30				
Introdução a Telemática	30	30				
Metodologia Científica	60	60				
2º Semestre						
Cálculo II	60	60				
Cálculo Vetorial	60	60				
Química Inorgânica I	60	60				
Química Inorgânica Experimental I	30		30			
Política e Planejamento Educacional	60	60				
Informática Aplicada a Química	30	30				
Prática Pedagógica I	90				90	
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais I	30	30				
3º Semestre						
Física I	60	60				
Física Experimental I	30		30			
Química Inorgânica II	60	60				
Química Inorgânica Experimental II	30		30			
Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem	60	60				
Prática Pedagógica II	90				90	
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais II	30	30				
4º Semestre						
Física II	60	60				
Física Experimental II	30		30			
Química Orgânica I	60	60				
Química Orgânica Experimental I	30		30			
Didática	90	60		30		
Prática Pedagógica III	90			90		

Tabela 4.11.

Organização curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais III	30	30				
5º Semestre						
Química Orgânica II	60	60				
Química Orgânica Experimental II	30		30			
Química Analítica I	60	60				
Química Analítica Experimental I	30		30			
Físico-Química I	60	60				
Físico-Química Experimental I	30		30			
Prática Pedagógica IV	90				90	
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais IV	30	30				
6º Semestre						
Química Orgânica III	60	60				
Química Orgânica Experimental III	30		30			
Química Analítica II	60	60				
Química Analítica Experimental II	30		30			
Físico-Química II	60	60				
Físico-Química Experimental II	30		30			
Estágio Supervisionado I	135					135
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais V	30	30				
7º Semestre						
Química Analítica III	60	60				
Química Analítica Experimental III	30		30			
Físico-Química III	60	60				
Físico-Química Experimental III	30		30			
Instrumentação para o Ensino de Química	75	45		30		
Estágio Supervisionado II	135					135
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais VI	30	30				
8º Semestre						
Química Ambiental	60	60				
Biologia Geral	60	60				
Biologia Geral Experimental	30		30			
Estágio Supervisionado III	135					135
Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais VII	30	30				
Trabalho de Conclusão do Curso – TCC (Monografia)						

Tabela 4.11. (continuação)

Organização curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Fonte: http://www.nead.ufma.br/curso_quimica.html, 2008.

Universidade Federal do Espírito Santos – UFES

No endereço <*http://www.neaad.ufes.br*> foi possível obter informações sobre o curso de Licenciatura em Química (modalidade semipresencial) a ser oferecido pela UFES, em parceria com outras Instituições de nível superior, especialmente no que se refere à elaboração dos conteúdos de material didático. Embora ainda não se tenha uma previsão sobre a abertura de vagas para os alunos, já se sabe que 50% serão destinadas aos professores em exercício na rede pública de ensino e os outros 50% ao público em geral. O curso possuirá um total de 3.300 horas, com duração de 4,5 anos, poderá ser concluído em até seis anos e atenderá 19 pólos de apoio presencial.

Universidade Federal do Sergipe – UFS

Por meio do endereço <*http://www.ufs.br*> não foi possível obter informações em relação aos cursos de Licenciatura em Química a serem oferecidos pela UFS, no que se refere à grade curricular, ementa, cronograma, etc. Porém, pode-se confirmar que as aulas de diversos cursos (exceto de Química) iniciaram em novembro de 2007, nos Pólos de Arauá, São Domingos, Porto da Folha e Estância. Os demais pólos e cursos, inclusive os de química, estavam previstos para iniciarem suas atividades na primeira quinzena de dezembro deste mesmo ano. É importante destacar que o vestibular da UAB em Sergipe ocorreu em julho de 2007. Foram inscritos 4.760 candidatos que disputaram 2.250 vagas distribuídas nos cursos de Letras Português, Ciências Biológicas, Química, Geografia, História, Matemática e Física.

Outras iniciativas

Embora a proposta mais ambiciosa para um curso de química na modalidade semi-presencial no Brasil seja a que a UAB está propondo, não se pode deixar de destacar algumas iniciativas já em andamento, porém de formas isoladas.

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

O Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por exemplo, oferece disciplinas de Química Básica e Química Geral para centenas de alunos, oriundos de diversos cursos da universidade. O objetivo da UFSC é a utilização da internet como uma ferramenta de ensino - através de experimentos on-line e assistência à longa distância. Existe ainda a possibilidade de inclusão, no calendário de experimentos regulares, de práticas mais voltadas

para a química moderna e aplicada - cuja realização seria inviável no laboratório de química geral, devido a falta de equipamentos e infra-estrutura. De acordo com a universidade, a apresentação do conteúdo pela internet possibilita o acesso do estudante de química geral a estes temas, de uma forma interativa, dinâmica e confortável [UFSC, 2006].

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Acessando o endereço <*http://acd.ufrj.br/sead/habert.html*> não foi possível obter nenhuma informação em relação aos cursos de Licenciatura em Química a serem oferecidos pela UFRJ em 2007, a não ser sobre a existência de uma Escola Piloto de Engenharia Química, organizada pelo PEQ/COPPE/UFRJ, que oferece três cursos envolvendo Meio Ambiente e Fenômenos de Superfície, desde outubro de 2000. Porém, na URL <*http://www.cederj.edu.br/cecierj/quimica.htm*>, foi possível saber que o consórcio CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, originado da união de seis universidades públicas: UENF, UERJ, UFF, UFRJ, UFFRJ e UNIRIO, oferece um curso de licenciatura em química, na modalidade à distância, em que todas as disciplinas de química a serem oferecidas são de responsabilidade do Instituto de Química da UFRJ e do Laboratório de Ciências Químicas da UENF. Os pólos atendidos são: Angra dos Reis, Paracambi, Piraí e São Fidélis.

A organização curricular do curso foi estruturada de forma unificada, sem a separação tradicional em Química Orgânica, Inorgânica, Analítica e Físico-Química. A idéia é relacionar os fenômenos químicos da vida diária do aluno, seja como ator ou observador, e fazê-lo perceber a importância dos mesmos. Desta forma, os organizadores afirmam que é possível abordar o mesmo assunto em diferentes disciplinas ao longo do curso, permitindo aos alunos identificarem a presença de um mesmo conceito no entendimento de diferentes fenômenos químicos, ajudando-os a construir a base conceitual da química.

O currículo é composto por disciplinas de enriquecimento curricular (por ex.; Português Instrumental, Inglês Instrumental, Evolução da Química, etc.), disciplinas pedagógicas e estágio supervisionado. Além disso, como o processo de Ensino à Distância possui algumas características particulares que o diferenciam do Ensino Presencial, como por exemplo, pode haver alunos com dedicação exclusiva e outros não, a grade curricular é programada para nove períodos semestrais, porém a mesma pode ser integralizada em até 12 semestres. Algumas características do curso a serem consideradas estão listadas na Tabela 4.12.

Porém, além das iniciativas das universidades públicas, tem-se exemplos da atu-

ação de universidades particulares em EaD, como a Universidade Metropolitana de Santos.

Universidade Metropolitana de Santos – UNIMES

O curso de graduação em Licenciatura Plena em Química da Universidade Metropolitana de Santos, mantida pelo Centro de Estudos Unificados Bandeirantes (ambos estabelecidos na cidade de Santos), tem uma duração mínima de três anos (3.080 horas), divididos em seis semestres. O modelo de EaD adotado pela UNIMES é diferenciado, uma vez que a escolha das diferentes mídias (ver a Tabela 4.13) a serem utilizadas em cada curso iniciado só é realizada após a identificação daquelas com as quais os alunos mais se adaptaram. Todavia, a universidade acredita que a integração das mídias é importante, uma vez que cada uma desempenha um papel diferente e complementar no curso.

Quanto à organização didático-pedagógica
O desenvolvimento de uma metodologia de ensino que privilegia a atitude construtivista como princípio educativo;
A articulação entre teoria e prática;
O planejamento de ações pedagógicas e tecnológicas, considerando as necessidades de aprendizagem e o perfil cultural dos alunos;
O acompanhamento tutorial supervisionado pelo Professor-coordenador de cada disciplina.
Quanto à organização curricular
Apresentação do núcleo básico de conteúdos propostos pelas diretrizes Curriculares;
Motivação do estudante para com o objeto da sua profissão;
Base sólida para a compreensão de conceitos da Química;
Relacionamento entre as várias áreas da Química;
Evolução histórica da Química;
Interação com as outras áreas de conhecimento;
Uso de novas tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem;
Abordagem articulada entre conteúdos e metodologias;
Instrumentação do futuro professor para o uso da informática no apoio aos processos educativos;
Instrumentação do futuro professor para o uso de materiais concretos no apoio aos processos de ensino e de aprendizagem.
Algumas características importantes
A utilização de diversos recursos de aprendizagem tais como textos, web, filmes, atividades práticas, desenvolvimento de projetos e estágios supervisionados;
A aprendizagem é feita, em parte, a distância, nos pólos regionais, e com a ajuda de tutores; e nas Universidades, através de correio eletrônico, telefone e fax;
Outra parte da aprendizagem é feita obrigatoriamente de forma presencial, por meio de atividades práticas e trabalhos coletivos nos laboratórios dos pólos, e também através de atividades diversas em salas de aula de escolas do ensino fundamental e médio.

Tabela 4.12.

Características do curso de Licenciatura à Distância em Química da UENF/UFRJ – CEDERJ.

Mídias	Capacitação	Graduação	Pós-Graduação
Impresso	•	•	•
Fitas de Vídeo	•		
Teleconferência	•	•	•
Videoconferência	•		•
CD-ROM, CBT´s	•	•	
Internet	•	•	•
Rádio	•		
Encontros presenciais	•	•	•

Fonte: http://www.unimesvirtual.com.br/ead.htm

Tabela 4.13.

Tipos de mídias, organizadas a partir do tipo de clientela da UNIMES.

Embora a UNIMES tenha sido credenciada pelo MEC a oferecer cursos superiores à distância no Estado de São Paulo por um prazo de quatro anos, através da Portaria No 559, de 20 de fevereiro de 2006, a página eletrônica desta universidade (*http://www.unimesvirtual.com.br/*) não apresentava informações que pudessem comprovar algum tipo de parceria estabelecida com o projeto nacional da Universidade Aberta do Brasil (UAB). Contudo, como a universidade disponibilizou sua matriz curricular (Tabela 4.14), é importante considerá-la neste contexto, apesar de não terem sido encontradas nem informações a respeito das ementas das disciplinas de Química Geral I e II, nem da quantidade de encontros presenciais programados. Desta forma, mais uma vez, não se tem parâmetros suficientes para saber, com certeza, como estão organizados os encontros presenciais relacionados com as atividades práticas de laboratórios exigidas por lei para estas disciplinas experimentais.

Módulos	
1º Semestre*	**2º Semestre***
Didática Psicologia da Educação Sociologia da Educação Comunicação, Educação e Novas Tecnologias Estrutura da Matéria I	História da Educação Filosofia da Educação Leitura e Produção de Texto Estrutura da Matéria II (40 teóricas e 40 práticas)
3º Semestre*	**4º Semestre***
Cálculo I Química Geral I (80hs) Química Inorgânica I Química Orgânica I Política e Organização da Educação Básica	Metodologia para o Ensino da Química Química Geral II (80hs) Química Inorgânica II Química Orgânica II Metodologia da Pesquisa Científica

Tabela 4.14.

Organização curricular do curso de Licenciatura em Graduação Plena em Química da Universidade Metropolitana de Santos - UNIMES.

Tabela 4.14.
(continuação)

Organização curricular do curso de Licenciatura em Graduação Plena em Química da Universidade Metropolitana de Santos - UNIMES.

5º Semestre	6º Semestre
Física	Físico-Química
Química Analítica Qualitativa I	Química Analítica Qualitativa II
Química Ambiental	Bioquímica
História e Filosofia das Ciências	Química Analítica Quantitativa
Metodologia para o Ensino da Química II	Química dos Minerais

Fonte: http://www.unimesvirtual.com.br/cursos.htm
** Há 200 horas de atividades complementares em química do 1º ao 4º semestre, distribuídas igualmente entre todos os semestres*

Capítulo 5

Proposta de experimentos destinada às aulas presenciais

Este trabalho tem como objetivo reaproveitar experimentos clássicos ou já bastante difundidos na disciplina de Química Geral e disponibilizá-los na Internet na forma de um Material Instrucional que sirva de apoio para essas disciplinas (especialmente para as experimentais) nos cursos superiores semi-presenciais de Química a serem oferecidos pela Universidade Aberta do Brasil (UAB) [MEC, 2007]. Como ainda não se tem uma estrutura definida[27] (especificamente no caso dos cursos de química) e não se sabe como estão sendo e/ou serão desenvolvidas as atividades de laboratório, este trabalho surge como uma alternativa na escolha da quantidade e até mesmo dos tipos de experimentos mais apropriados, considerando as atuais condições estabelecidas pelo MEC. Diante desse cenário, ainda bastante insipiente, optou-se por trabalhar com um conjunto pequeno de experimentos que, embora faça parte do programa de uma disciplina fundamental da química, permite contextualizar uma quantidade significativa de conceitos teóricos referentes à disciplina de Química Geral Experimental.

O critério utilizado na escolha dos experimentos baseou-se numa pesquisa realizada no primeiro semestre de 2004 [CESAR & de ANDRADE, 2004], em que foi possível apresentar uma visão geral dessa disciplina no Brasil bem como identificar os temas mais abordados em aula. Embora a seleção do conjunto de experimentos tenha sido pequena, ao mesmo tempo mostrou-se bastante significativa, pois foi capaz de envolver o máximo de conteúdo teórico possível. Além disso, neste momento, optou-se por não criar novos experimentos e sim adaptar os que já existem através de diferentes materiais já existentes e que foram testados exaustivamente. Essa estratégia foi adotada pelas vantagens oferecidas, listadas na Tabela 5.1.

[27] Pelas informações possíveis de serem acessadas nas páginas eletrônicas das universidades credenciadas pelo MEC, até o fechamento do presente trabalho, apenas a Universidade Federal do Ceará pode ser considerada como parâmetro, uma vez que foi a única que disponibilizou em seu site desde a grade curricular até o cronograma dos encontros presenciais a serem realizados.

Vantagens	Desafios	Outros fatores
Acesso a uma ampla variedade de experimentos passíveis de serem adaptados de acordo com os objetivos que se pretende alcançar; Redução no tempo de testes dos experimentos a serem adaptados e na preparação do material instrucional; A seleção das práticas de laboratório pode ser feita através de experiências já realizadas e a partir de materiais já disponíveis; A redação pode ser atualizada e melhorada sem a necessidade de se produzir um material totalmente novo; Pode ser facilmente reproduzido.	Continua sendo necessário o conhecimento de especialistas; Determinadas modificações podem reduzir a qualidade; Pode ser desvantajoso em termos de custo e tempo; Pode não ser coerente com os programas estabelecidos para os encontros presenciais das disciplinas experimentais de Química a serem oferecidas pelos cursos da UAB.	Questões de credibilidade; Controle do experimento; Questões de direitos do autor; Credibilidade das fontes consultadas.

Tabela 5.1.

Algumas vantagens e desafios quanto à adaptação de experimentos já existentes na elaboração de 'materiais instrucionais' para o Ensino à Distância.

Porém, embora a estratégia adotada tenha sido pela escolha de experimentos já existentes, não nos limitamos a transpor os "Procedimentos Experimentais" adaptados do ensino presencial para os "Materiais Instrucionais" propostos. Partindo do princípio que a organização de um "Guia de Estudo" para uma disciplina na modalidade à distância que contempla também atividades presenciais, pode ser considerada, muitas vezes, mais complexa que a de uma disciplina presencial formal, procurou-se:

- Aproveitar os pontos fortes e excluir alguns pontos fracos, identificados em cada um dos procedimentos testados;
- Uma vez detectadas as possíveis fontes de erros dos experimentos escolhidos, redobrar os cuidados nas etapas críticas dos procedimentos e assim reduzir o número de testes de determinado experimento;
- Uma vez conhecidos os conceitos teóricos e práticos envolvidos em cada um dos experimentos testados, observar com um grau mais apurado de detalhes todas as etapas do procedimento experimental para posterior transcrição, chamando à atenção do leitor para as observações mais relevantes, que possam interferir no resultado final e que muitas vezes passam despercebidas pelo aluno no momento da prática experimental.

É importante ressaltar que embora a presente proposta de "Material Instrucional" tenha sido elaborada e organizada para a auto-aprendizagem do usuário, a mesma não foi redigida de maneira que o aluno se sirva de algo pronto, e sim de forma que se permita um equilíbrio entre as necessidades e habilidades individuais, seja nos momentos presenciais, seja nos momentos à distância [MORAN, 2002].

A forma como foi organizada, estruturada e redigida o "Material Instrucional" proposto para os experimentos sugeridos aos encontros presenciais para as disciplinas de Química Geral Experimental encontra-se descrita a seguir.

Redação dos "Materiais Instrucionais"

Os 'Materiais Instrucionais' propostos foram redigidos de maneira que o aluno tenha uma ampla visão do assunto a ser abordado, não se limitando apenas ao roteiro experimental das atividades práticas a serem realizadas nos Laboratórios Pedagógicos de Ensino. As informações referentes a cada experimento foram concentradas num único documento, desde a parte experimental até os conceitos de química envolvidos diretamente e/ou indiretamente com os experimentos sugeridos.

Visto que as disciplinas de Química Geral Experimental dos cursos semipresenciais ofertados pelo Sistema Universidade Aberta do Brasil não contará com a presença cotidiana e continuada dos professores, nem com o contato constante entre os alunos, todo o conteúdo foi redigido de forma a esclarecer as dúvidas que o aluno venha a ter durante a leitura do procedimento experimental, assim como no momento da execução do mesmo. Vários lembretes do tipo **"Atenção!"**, **"Pense Nisso!"**, **"Importante!"**, etc., foram inseridos no decorrer do texto para despertar a atenção do estudante para as etapas mais importantes do procedimento (por ex.: ajuste do menisco na proveta, maneira correta de realizar a técnica de pesagem, etc.).

Considerando que os processos de ensinar e de aprender no Ensino à Distância não ocorrem de forma simultânea e nem em espaços necessariamente compartilhados por alunos e docentes, os conteúdos selecionados como "Materiais Instrucionais" foram organizados de acordo com a Estrutura Geral apresentada na Figura 5.1, com algumas modificações de um experimento para outro. Contudo, basicamente, a estrutura está dividida em cinco partes principais: 1. Folha de Rosto; 2. Unidade Teórica; 3. Unidade de Laboratório; 4. Referências e 5. Glossário. Na Unidade Teórica as informações foram alocadas e disponibilizadas de forma a permitir que o aluno articule, gradativamente, os diversos conceitos

apresentados e assim construa um entendimento cada vez mais aprofundado da temática envolvida nos experimentos propostos.

É importante destacar que na redação dos experimentos a intenção não é somente informar e auto-instruir o leitor, mas também atuar em diferentes situações: i) No planejamento e na sugestão de atividades; ii) No fornecimento de informações relevantes; iii) No incentivo à busca de distintas fontes de informações (uma lista vasta de referências acompanha praticamente todos os experimentos, permitindo que o aluno pesquise mais sobre determinado assunto numa fonte confiável); iv) No incentivo à realização de outras experimentações e v) No favorecimento da formalização de conceitos.

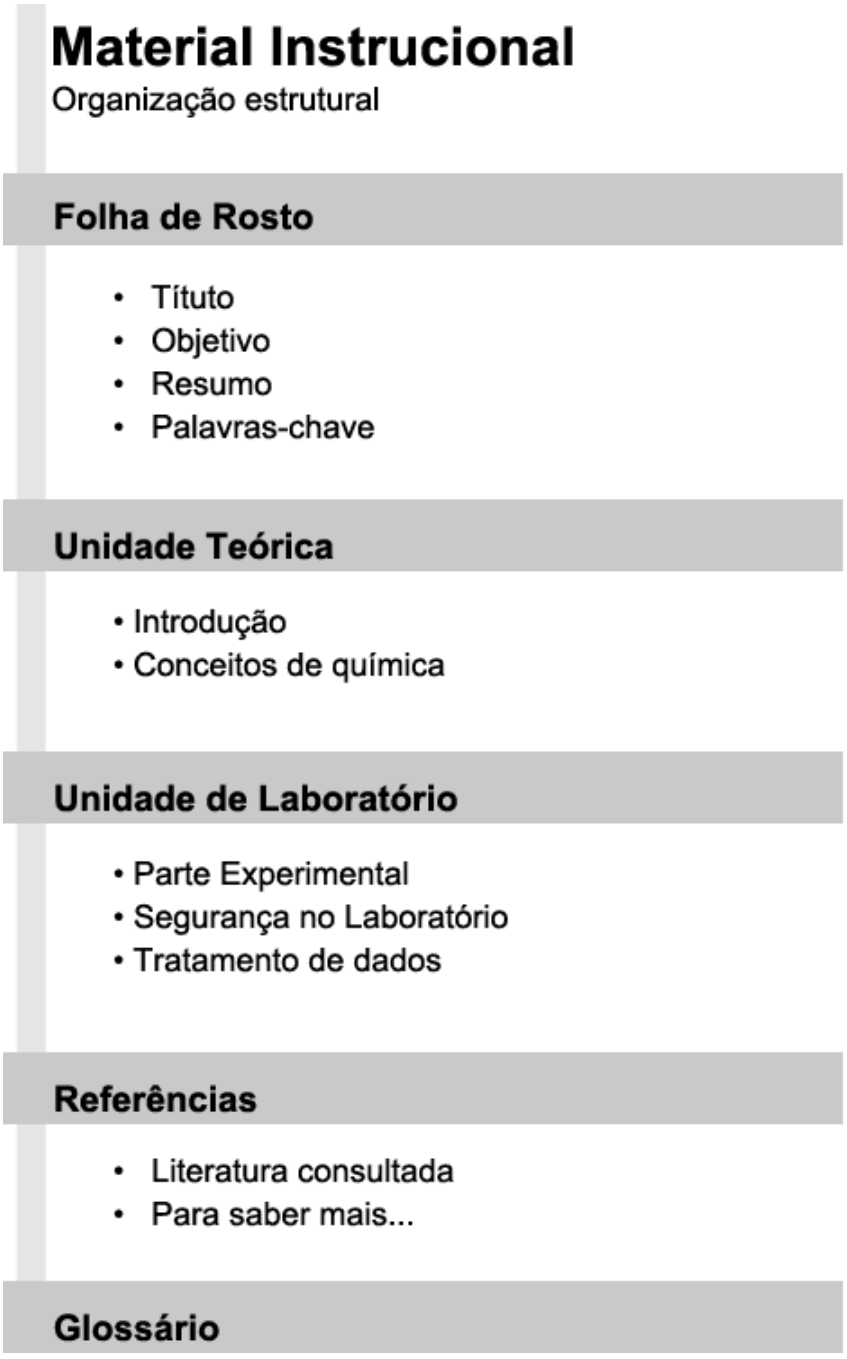


Figura 5.1.

Estrutura Base proposta para a organização dos 'Materiais Instrucionais'.

A seguir, estão listadas as subdivisões que compõe a Estrutura Base dos "Materiais Instrucionais" propostos bem como os objetivos esperados de cada uma delas:

1. **Folha de Rosto**
   - Objetivo: objetivos didáticos do experimento e o tempo necessário para sua realização. Em média, utilizou-se de dois a três objetivos específicos, redigidos com "verbos de ação" para que os alunos tenham clareza do que se espera deles em cada um dos experimentos propostos [INED, 2003].
   - Resumo: apresenta o contexto em que o experimento proposto se insere e os conceitos mais importantes a serem abordados.
   - Palavras-chave: apresenta as palavras mais prováveis que seriam utilizadas na busca (via internet) pelos experimentos propostos e/ou pela disciplina em questão nos "Materiais Instrucionais" concebidos.

2. **Unidade Teórica**
   - Introdução: inicia a explicação de algum conceito teórico que se relaciona com os demais conceitos a serem abordados. A idéia é partir de um conceito simples e/ou mais abrangente e desenvolvê-lo gradativamente de forma a inserir outros conceitos, que podem estar interligados ou não, e assim chegar num conceito mais complexo e/ou específico. Por exemplo, no experimento 2 (apresentado e discutido no item "Os Experimentos" deste mesmo capítulo), a Unidade Teórica inicia com o conceito de "mol" e finaliza com "A estequiometria dos gases nas reações".
   - Conceitos de Química: abrange os conceitos de química relacionados com a parte experimental a ser desenvolvida.

3. **Unidade de Laboratório:** contém a descrição de toda a parte experimental, a qual está subdividida em três partes:
   - Parte Experimental: contém uma lista dos materiais e reagentes a serem utilizados no experimento, um tópico referente ao preparo e padronização de soluções (quando for o caso), descrição minuciosa do procedimento experimental, incluindo fotos e/ou esquemas do experimento proposto, e a relação das técnicas utilizadas contendo informações detalhadas daquelas que forem apresentadas pela primeira vez. No caso do experimento 3, em especial, também foi incluído um tópico denominado "Para pensar antes do experimento" que conduz o aluno a refletir sobre o que será necessário fazer/preparar/pensar em relação ao experimento proposto antes de executá-lo. Como exemplo, podemos citar os cálculos envolvidos no preparo e padronização de soluções, a verificação dos

equipamentos a serem utilizados em determinado experimento, etc.
- Segurança do Laboratório: contém algumas orientações sobre os cuidados a serem tomados durante o experimento e um tópico explicando como descartar os resíduos gerados no experimento executado.
- Tratamento de Dados: contém a apresentação dos resultados, que inclui tabelas auto-instrucionais na resolução de cálculos, tópicos a serem discutidos no Relatório pós-experimento e, em alguns casos, exercícios extras.

4. **Referências:**
   - Literatura Consultada: apresenta a lista das obras citadas na elaboração do "Material Instrucional" bem como os endereços eletrônicos consultados.
   - Para saber mais...: alguns dos experimentos propostos também contêm uma lista de referências e/ou materiais de consulta suplementares para os alunos que pretendem se aprofundar em um determinado conceito específico e os locais em que esses materiais podem ser obtidos.

5. **Glossário:** contém um "Glossário de Termos, Definições e Biografias" (na forma de anexo), que define alguns termos destacados no texto principal, constituindo um instrumento de referência útil para os alunos.

Uma vez que o guia de estudo proposto deverá suprir, em parte, a ausência do professor, possibilitando uma adequada interação do aluno com o conhecimento, procurou-se estabelecer uma comunicação de mão dupla no decorrer da redação dos "Materiais Instrucionais", principalmente para a Unidade de Laboratório. Neste sentido, adotou-se um estilo de texto amigável, em que o autor "conversa" com o leitor em várias situações, criando oportunidades para que ele expresse de sua própria maneira o que leu, reflita sobre as informações contidas no texto e exercite a operacionalização e o uso dos conceitos aprendidos. Já para a redação da Unidade Teórica, adotou-se um estilo de texto mais coloquial, porém claro e enxuto, procurando apresentar as informações de maneira controlada.

Os Experimentos

Foram avaliados quatro experimentos de alguma forma já difundidos no meio acadêmico e/ou na literatura, dois deles já publicados no site Chemkeys (*http://ww.chemkeys.com*) em um formato apropriado para o EaD.

Os experimentos escolhidos e seus respectivos conteúdos são: 1) "Determinação da densidade de sólidos e líquidos"; 2) "Determinação da massa molar de

um metal: Um experimento clássico com múltiplos conceitos e técnicas experimentais", 3) "Análise Volumétrica: técnica básica de uso multidisciplinar" e 4) "Aspirina: um projeto integrado", os quais estão descritos resumidamente a seguir. Porém, como os "Materiais Instrucionais" referentes a cada um desses experimentos são extensos (o número de páginas varia de 15 a 49, considerando a inclusão do anexo "Glossário de Termos, Definições e Biografias"), inserimos neste livro apenas o Procedimento Experimental contido na Unidade de Laboratório, uma vez que esses materiais estão ou serão divulgados, na íntegra, no site Chemkeys. Todos os experimentos descritos foram testados em laboratório.

EXPERIMENTO 1
Determinação da massa molar de um metal: um experimento clássico com múltiplos conceitos e técnicas experimentais

Muitos estudantes pensam que a densidade é apenas o resultado de uma operação aritmética de divisão entre a massa e o volume de uma substância, mas esse conceito é muito mais amplo e está relacionado a outros, como compressão e empacotamento (por ex.; quanto maior for o empacotamento dos átomos, mais densa é a substância; da mesma forma, quanto maior for a compressão sobre um objeto, maior será a sua densidade). Pensando nisso, a nova abordagem dada a este tipo de experimento concretizou-se na forma de apresentar o "Material Instrucional" proposto que, embora sejam elaborados apenas os aspectos mais diretos e as técnicas de laboratório mais comuns envolvidas na determinação da densidade de sólidos e líquidos, procurou-se incentivar a busca por um detalhamento mais profundo sobre o conceito de densidade. A importância desta propriedade física também foi destacada, uma vez que pode ser utilizada em diversas situações: na distinção de um material puro de um impuro (ou de ligas desse metal), pois a densidade dos materiais que não são puros (misturas) é uma função da sua composição; na identificação e no controle de qualidade de um determinado produto industrial e ser relacionada com a concentração de soluções.

No caso do "Material Instrucional" elaborado para esse experimento, o conteúdo foi distribuído nas quatro seções apresentadas na Figura 5.1. O experimento proposto tem duração prevista de duas horas de atividades em laboratório, com baixo grau de risco, é de fácil execução e permite obter resultados confiáveis, comparáveis com os encontrados na literatura. O "Procedimento Experimental" é bastante simples. Consiste na determinação da densidade de sólidos e líquidos utilizando para isso dois tipos equipamentos: a proveta e o picnômetro. A den-

sidade dos sólidos foi determinada pesando-os cuidadosamente e em seguida determinando seus volumes. Como as amostras utilizadas apresentavam forma irregular (o que torna impossível medir suas dimensões), o volume foi determinado utilizando um método de deslocamento [STERRETT, 1968]. Neste caso, determinou-se a massa de uma amostra do sólido e então se transferiu quantitativamente essa massa para um instrumento volumétrico graduado apropriado (neste caso, proveta), parcialmente cheio com água. Como o sólido desloca um volume de líquido igual ao seu volume, ao anotar a posição do menisco antes e depois da adição do sólido, o volume do sólido pode ser deduzido [HENRIKSSON & ERIKSSON, 2004; DICKSON & HEALEY, 1971]. As densidades de líquidos foram determinadas analogamente à densidade de sólidos, medindo-se as suas massas e determinando-se os seus volumes. Neste item, em especial, preocupou-se em utilizar líquidos que os estudantes se deparam facilmente no cotidiano, como por exemplo, álcool comercial (utilizado para limpeza doméstica e afins) e leite.

O "Procedimento Experimental" do experimento em questão está descrito a seguir e o "Material Instrucional" está disponível na íntegra, desde julho de 2004, no site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*):

"Determinação da densidade de sólidos e líquidos":
Descrição do texto da parte experimental

- **Medidas da densidade de sólidos**
  Neste experimento você trabalhará com diferentes metais os quais apresentarão diferentes formas. O objetivo é que você determine a densidade de cada amostra (utilizando proveta e picnômetro) e que posteriormente se faça uma comparação entre os resultados obtidos e uma tabela de densidades conhecidas [SIENKO & PLANE, 1972]. **Pense nisso!** (*Descreva em seu relatório outros métodos para se determinar a densidade de sólidos*).

  a) Utilizando a proveta
  - Pese aproximadamente 5,000 g de pregos e anote sua massa. Com o auxílio de uma pisseta, coloque água destilada na proveta até aproximadamente a metade de sua capacidade total. Ajuste o menisco e anote o volume.
  - Introduza os pregos na proveta (sugestão: incline a proveta num ângulo de aproximadamente 30° ao introduzir a amostra, para evitar o impacto entre a amostra e o fundo da proveta e para impedir que parte da água destilada seja perdida).
  - Anote o novo volume. (sugestão: anote o novo volume após bater leve-

mente na lateral da proveta algumas vezes para eliminar bolhas de ar que eventualmente tenham ficado retidas na superfície da amostra).

- Meça a diferença entre o volume inicial e o volume final, esta medida fornecerá o volume da amostra.
- Com os resultados obtidos acima, calcule a densidade da amostra. Compare a densidade calculada para o prego com os valores que constam da Tabela 5.2.
- Repita a operação para as demais amostras (aparas de alumínio e fios de cobre), anotando os valores encontrados para cada uma delas na Tabela 5.3.

Tabela 5.2.

Densidades aproximadas de algumas substâncias [BACCAN et al, 2007].

Substância	d/(g cm^{-3})	Substância	d/(g cm^{-3})	Substância	d/(g cm^{-3})
Álcool	0,79	Ouro	19,3	Porcelana	2,4
Alumínio	2,7	Ferro	7,9	Prata	10,5
Latão	8,4	Mercúrio	13,6	Aço Inoxidável	7,9
Cobre	8,9	Níquel	8,9	Água	1,0
Vidro	2,6	Platina	21,4	Estanho	7,26

Tabela 5.3.

Resultados referentes à determinação da densidade de sólidos.

Amostra	Massa/g	V. Inicial/mL	V. Final/mL	V. Desloc./mL	d/(g mL^{-1})
Prego	.	.	.	.	.
Alumínio	.	.	.	.	.
Cobre	.	.	.	.	.

b) Utilizando o picnômetro

O picnômetro (ver a Figura 5.2) deve ser previamente calibrado, conforme as instruções abaixo:

- Em um béquer de 250 mL limpo, coloque aproximadamente 150 mL de água destilada. Aguarde algum tempo (até atingir o equilíbrio térmico à temperatura ambiente) e, com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água.
- Pese cuidadosamente o picnômetro vazio, seco e com a sua tampa. Anote sua massa. Utilize um pedaço de papel para manusear o picnômetro.

Figura 5.2.

Modelo mais comum de Picnômetro. Utilizado principalmente para determinar a densidade de amostras líquidas, mas eventualmente pode ser usado em amostras sólidas. São feitos de vidro resistente, com baixo coeficiente de expansão térmica. É apresentado geralmente em volumes de 25 mL ou 50 mL e tem precisão até a quarta casa decimal.

- Complete o picnômetro com água destilada do béquer. Tampe-o de maneira que o excesso de água escorra pelo capilar. Verifique se bolhas de ar não ficaram aprisionadas no seu interior. Se isso ocorreu, remova-as e preencha-o novamente. Coloque o picnômetro preenchido dentro do béquer contendo o restante da água destilada, evitando que o nível de água do béquer atinja a sua tampa. Aguarde algum tempo (até atingir o equilíbrio térmico à temperatura ambiente) e, com o auxílio de um termômetro, meça a temperatura da água.

T/ °C	d/(g cm^{-3})	T/ °C	d/(g cm^{-3})
10	0,999700	20	0,998203
11	0,999605	21	0,997992
12	0,999498	22	0,997770
13	0,999377	23	0,997538
14	0,999244	24	0,997296
15	0,999099	25	0,997044
16	0,998943	26	0,996783
17	0,998774	27	0,996512
18	0,998595	28	0,996232
19	0,998405	29	0,995944

Tabela 5.4.

Densidade absoluta da água [BACCAN et al, 2007].
Atenção: *Utiliza-se geralmente água para a calibração dos instrumentos utilizados em densimetria, porém as medida de densidade são afetadas pela variação da temperatura. Para a água à temperatura ambiente, a densidade decresce cerca de 0,03% por °C de aumento de temperatura [CECCHI, 2003].*

- Com um pano ou papel poroso, enxugue o líquido presente na parte externa do picnômetro.
- Pese o picnômetro seco, com água. Anote a massa. Utilize um pedaço de papel para manuseá-lo.
- Repita a pesagem mais duas vezes retirando o picnômetro da balança a cada pesagem. Atenção! Procure realizar esta operação o mais delicada e rapidamente possível, para não sujar ou engordurar as paredes externas e para evitar que o líquido mude de temperatura em relação à ambiente.
- A diferença entre essa massa e a massa do picnômetro vazio permitirá determinar a massa de água nele contida. Complete a Tabela 5.5 com os dados obtidos e determine a capacidade do picnômetro. Usando a Tabela 5.4, determine a densidade da água nessa temperatura. Interpolar para frações de grau Celsius, se necessário.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa do picnômetro vazio	m_{PV}	.
Massa do picnômetro com água	m_{PA}	.
Massa da água	$m_{H2O} = (m_{PA}) - (m_{PV})$	.
Temperatura da água	T	.
Densidade da água	d_{H2O}	.

Tabela 5.5.

Resultados referentes à calibração do picnômetro.

Para a determinação da densidade das amostras sólidas:

- Lave o picnômetro com álcool.
- Determine a massa do picnômetro vazio (com a tampa), após secá-lo. Utilize um pedaço de papel para manuseá-lo.
- Adicione os pregos (**Atenção:** *Procure utilizar pregos pequenos – de 2 a 3 cm – uma vez que o picnômetro é pequeno.*) Coloque água destilada até aproximadamente metade do volume do picnômetro e mergulhe-o **rapidamente** em um béquer contendo água destilada em ebulição para remover as bolhas de ar que ficaram aderidas na superfície do sólido. **Cuidado:** não deixar o picnômetro em contato com a água quente por muito tempo, porque o seu volume pode ser alterado pela dilatação do vidro.
- Mergulhe o picnômetro em um béquer com água à temperatura ambiente durante 10 minutos. Troque a água do béquer algumas vezes durante este período pra resfriá-lo mais rapidamente.
- Retire o picnômetro do béquer, preencha-o com água destilada. É importante tomar cuidado ao encher o frasco com a água, para não ocorrer formação de bolhas. Isso acarretaria erros nos resultados.
- Coloque a tampa de maneira que o excesso de água escorra pelo capilar. Com um pano ou papel poroso, enxugue o líquido presente na parte de fora do picnômetro.
- Pese novamente o picnômetro contendo (amostra + água destilada) e anote sua massa. Pese mais duas vezes retirando o picnômetro da balança a cada pesagem. Utilize um pedaço de papel para manusear o picnômetro.
- Repita a operação para as demais amostras (aparas de alumínio e fios de cobre).
- Construa uma tabela semelhante à Tabela 5.6 para cada uma das amostras (prego, Al e Cu) e calcule os valores de suas densidades. Complete a Tabela 5.7 com os dados obtidos na Tabela 5.6.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa do picnômetro vazio	m_{PV}	.
Massa (picnômetro + amostra)	m_{PA}	.
Massa da amostra	$m_A = (m_{PA}) - (m_{PV})$	.
Massa (picnômetro+amostra + água)	m_{total}	.
Massa da água	$m_{H2O}(ad) = (m_{total}) - (m_{PA})$	.
Volume da água	$V_{H2O} = m_{H2O}(ad) / d_{H2O}$	.
Volume da amostra	$V_A = (V_P) - (V_{H2O})$	.

Tabela 5.6.

Resultados referentes à calibração do picnômetro.

Amostra	Densidade Absoluta/(g mL^{-1})
Prego	.
Alumínio	.
Cobre	.

Tabela 5.7.

Densidade dos sólidos utilizando picnômetro.

- **Medidas da densidade de líquidos**

a) A determinação da densidade do álcool comercial

Além de ser amplamente utilizado como combustível, o álcool também está presente na indústria farmacêutica, de cosméticos, de higiene e limpeza e usado como solvente na indústria de tintas e vernizes. O poder bactericida desse composto, associado ao seu poder de solubilização, à sua alta taxa de evaporação e ao seu baixo custo, fazem do álcool etílico um dos produtos de higiene e limpeza mais procurados pelo mercado consumidor final. Além disso, o álcool etílico é encontrado na composição de bebidas alcoólicas, obtidas pela fermentação de açúcares.

b) Procedimento

- Determine a massa do picnômetro vazio e calibre-o (veja o item discutido anteriormente).
- Lave três vezes o picnômetro com um pequeno volume do líquido cuja densidade será determinada (álcool comercial) para remover os resíduos de água do seu interior. Descarte estas alíquotas num local apropriado.
- Adicione o álcool (sugestão: ao encher o frasco com álcool, tome cuidado para não ocorrer a formação de bolhas, pois isto acarretaria erros nos resultados) e coloque a tampa de maneira que o excesso de líquido escorra pelo capilar. Com um pano ou papel poroso, enxugue o líquido presente na parte externa do picnômetro.
- Pese o picnômetro (contendo o líquido) e anote sua massa. Repita a pesagem mais duas vezes retirando o picnômetro da balança a cada pesagem. Utilize um pedaço de papel para manusear o picnômetro.
- Meça a temperatura ambiente do líquido.
- Complete a Tabela 5.8. A diferença entre essa massa e a massa do picnômetro vazio permitirá determinar a massa do álcool. Como o volume do álcool corresponde ao volume do picnômetro determinado durante a calibração, a densidade do álcool poderá ser facilmente determinada.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa picnômetro vazio	m_{PV}	.
Massa (picnômetro + álcool)	m_{PA}	.
Massa do álcool	málcool = (m_{PA}) - (m_{PV})	.
Volume de álcool	$V_{álcool}$	.
Densidade do álcool	$d_{álcool}$	.

Tabela 5.8.

Resultados referentes ao álcool comercial.

c) A determinação da densidade do leite

Por quê o leite? Desde o nascimento do ser humano, o leite apresenta-se quase indissociável de sua alimentação. A melhoria na qualidade de vida do ser humano é ressaltada pela vital necessidade de se ter alimentos saudáveis. O leite é constituído principalmente por água, gordura, vitaminas, proteínas, enzimas, lactose e substâncias minerais. A Tabela 5.9 apresenta a composição média do leite de vaca. A densidade do leite varia entre 1,023 g mL^{-1} e 1,040 g mL^{-1}, a 15°C. O valor médio é 1,032 g mL^{-1}. O leite com alto teor de gordura apresenta maior densidade em relação ao leite com baixo teor de gordura [SILVA, 1997].

Tabela 5.9.

Composição média do leite de vaca [SILVA, 1997].

Constituinte	**Teor/(g kg^{-1})**	**Variação/(g kg^{-1})**
Água	873	855 - 887
Lactose	46	38 - 53
Gordura	39	24 - 55
Proteínas	32,5	23 - 44
Substâncias minerais	6,5	5,3 - 8,0
Ácidos orgânicos	1,8	1,3 - 2,2
Outros	1,4	-----

d) Procedimento

- Lave o picnômetro com álcool.
- Determine a massa do picnômetro vazio, após secá-lo (**Não o aqueça para secar!!**)
- Lave três vezes o picnômetro com um pequeno volume do líquido cuja densidade será determinada (leite) para remover os resíduos do seu interior. Descarte estas alíquotas num local apropriado.
- Adicione o leite (atenção: É importante tomar cuidado ao encher o frasco com o leite para não haver formação de bolhas, pois isto acarretaria erros nos resultados) e coloque a tampa de maneira que o excesso de líquido escorra pelo capilar. Com um pano ou papel poroso, enxugue o líquido presente na parte externa do picnômetro.
- Pese o picnômetro (contendo o líquido) e anote sua massa. Repita a pesagem mais duas vezes retirando o picnômetro da balança a cada pesagem. Utilize um pedaço de papel para manusear o picnômetro.
- Meça a temperatura do líquido.
- Complete a Tabela 5.10. A diferença entre essa massa e a massa do picnômetro vazio permitirá determinar a massa do leite. E, como o volume do leite corresponde ao volume do picnômetro determinado durante a calibração, a densidade do leite poderá ser facilmente determinada. **Pense nisso!** (*Descreva em seu relatório outros métodos que poderiam ser utilizados para se determinar a densidade de líquidos*).

Grandeza	Representação	Resultado
Massa picnômetro vazio	m_{PV}	
Massa (picnômetro + leite)	m_{PL}	.
Massa do leite	$m_{leite} = (m_{PL}) - (m_{PV})$	.
Volume do leite	V_{leite}	.
Densidade do leite	d_{leite}	.

Tabela 5.10.

Resultados referentes ao leite.

As possíveis fontes de erros do método são:

- Evaporação do líquido durante a pesagem.
- Absorção de umidade ambiente na superfície do frasco durante a pesagem.
- Flutuações de temperatura.
- Presença de bolhas de ar.

Ainda na Unidade de Laboratório, especificamente no item 'Procedimento Experimental', foram incluídas fotos das etapas que poderiam gerar dúvidas no momento de sua execução (por ex.: leitura correta do menisco – ver Figura 5.3).

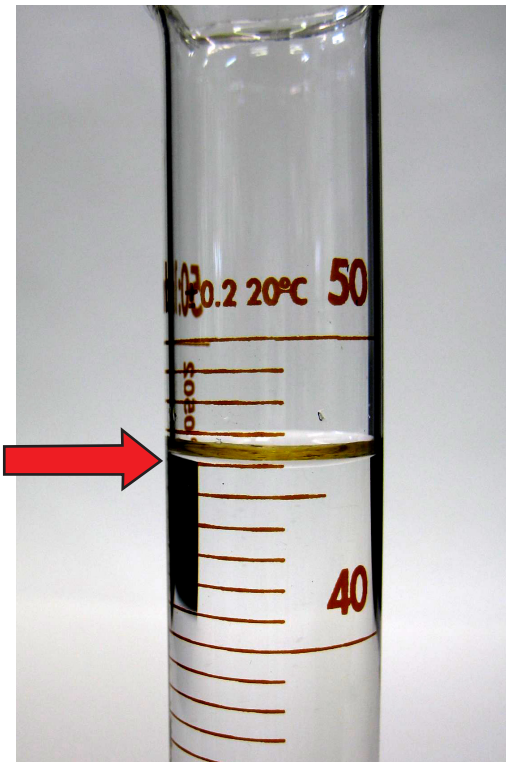


Figura 5.3.

A leitura correta do volume em uma proveta (ou bureta) deve ser feita olhando-se a parte inferior do menisco perpendicularmente à proveta (como mostra a indicação da seta), evitando assim erros de paralaxe.

Finalmente, a Tabela 5.11 apresenta os conceitos básicos de química abordados no experimento proposto, bem como as técnicas de laboratório envolvidas.

Experimento 1 - Determinação da densidade de sólidos e líquidos.	
Fundamentos envolvidos	Propriedades físicas da matéria
Técnicas utilizadas	Pesagem (de sólidos e líquidos) Medida de volume (utilização de proveta e picnômetro) Medida de temperatura Limpeza de materiais de laboratório (vidraria)

Tabela 5.11.

Conteúdo das experiências propostas para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas e habilidades[28] experimentais envolvidas.

O professor/tutor tem a liberdade para aprofundar os conceitos e técnicas envolvidas neste experimento.

EXPERIMENTO 2
Determinação da massa molar de um metal

Além dos aspectos quantitativos e conceituais, os estudos na área da Química devem incluir experimentos que demandem um nível elevado de cuidado e atenção na utilização das técnicas experimentais, principalmente quando envolve uma disciplina básica. Desta forma, o experimento clássico da determinação da massa molar de um metal, através de medidas do volume de gás liberado pela sua reação com um ácido, mostra-se um experimento ideal para que esses propósitos sejam atingidos. Embora seja um experimento simples, mostra-se interessante à medida que permite a contextualização de uma variedade de conceitos de química, bem como o uso de diferentes técnicas experimentais. Além disso, é considerado um experimento atrativo, pois a intensa liberação de hidrogênio desperta o interesse dos estudantes. Desta forma, a justificativa pela escolha deste experimento, que embora seja antigo [RONNEBERG, 1937], ainda vem sendo bastante aplicado nas disciplinas de Química Geral, permite abordar conceitos importantes e obter resultados precisos através do uso de técnicas experimentais simples. Ao realizar uma pesquisa sobre o contexto que envolve o presente experimento foi possível constatar, por meio de protocolos de aulas práticas de algumas universidades, sites específicos de química e por meio de alguns artigos científicos publicados no Journal of Chemical Education (por ex. KILPATRICK, 1931; RONNEBERG, 1937; BIRK & WALTERS, 1993 e CHEBOLU & STORANDT, 2003.), que a reação de um metal mostra-se um experimento bastante interessante e ainda vem sendo aplicado por algumas instituições de bastante prestígio na comunidade acadêmica brasileira, como exemplo, a Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e a própria Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

[28] *Neste caso, seriam as habilidades experimentais que o aluno deveria estar adquirindo ao utilizar uma determinada técnica.*

Diferente do Material Instrucional elaborado para o experimento 1, neste, o conteúdo foi distribuído em todas as seções: Folha de Rosto, Unidade Teórica, Unidade de Laboratório, Referências e Glossário, conforme apresentados na Figura 5.1. O experimento pode ser realizado em um período de 2 horas, é de fácil execução e permite obter resultados confiáveis, comparáveis com os encontrados na literatura. O "Procedimento Experimental" é bastante simples. Consiste em medir o volume de hidrogênio liberado, sob condições conhecidas, quando uma amostra previamente pesada de magnésio sólido reage com ácido clorídrico (HCl). Sabendo o volume de hidrogênio produzido na reação, é possível calcular estequiometricamente a quantidade de substância do magnésio metálico consumida. Para isso, utiliza-se da lei dos gases ideais, sendo possível determinar a massa molar do metal. Para essa determinação, a precisão depende de quatro fatores: da massa do metal utilizado, do volume de hidrogênio liberado, da temperatura e da pressão parcial do hidrogênio. Outros metais como alumínio e zinco também podem ser utilizados para este tipo de experimento. Porém, há uma tendência em se utilizar o magnésio pelo fato desse metal ser mais reativo e facilmente obtido em um estado puro, contribuindo para que a taxa de produção de hidrogênio seja alta o suficiente para permitir a coleta de hidrogênio em um tempo relativamente curto. Além disso, o metal pode ser obtido na forma de fita, o que facilita uma distribuição homogênea das amostras.

As possíveis fontes de erro do método são: pesagem do metal (fita de magnésio); fita de magnésio oxidada; escape e/ou fuga do gás hidrogênio da bureta; incertezas de leitura da bureta e/ou proveta associadas à menor divisão da escala e à variação de temperatura da solução de ácido clorídrico durante a reação. Estas fontes de erro, no entanto, podem ser facilmente controladas se o experimento for realizado com a devida atenção e cuidado.

O "Procedimento Experimental" está descrito a seguir e o material instrucional completo está disponível na internet desde abril de 2006 no site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*). Observe que na redação do procedimento foram incluídas imagens das etapas que poderiam gerar dúvidas no momento de sua execução, por exemplo, i) a forma correta que a fita de magnésio deve ser envolvida pelo fio de cobre; ii) o detalhamento da montagem de uma das etapas do experimento, onde se mostram bolhas de hidrogênio escapando do sistema fechado, etc.

"Determinação da massa molar de um metal":
Descrição do texto da parte experimental

- Pese três amostras de magnésio entre 0,02 - 0,03 g cada e anote suas respec-

tivas massas, preferivelmente com uma precisão de ± 0,1 mg (Tabela 5.12). É aconselhável utilizar uma quantidade de magnésio adequada, de forma que o volume de hidrogênio liberado não seja maior do que 2/3 do volume da proveta (para evitar a perda de hidrogênio na forma de bolhas, a partir do lado aberto da bureta).

Tabela 5.12.

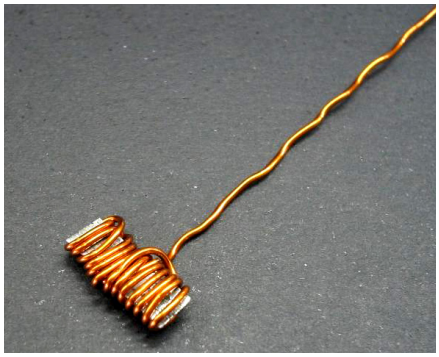
Massa das amostras de magnésio utilizadas.

Amostra	Massa /g
1	
2	
3	

- Enrole uma das amostras com um fio de cobre deixando uma sobra de aproximadamente 5,0 cm (Figura 5.4). É importante enrolar o metal de maneira que este não escape durante o experimento. Porém, caso o metal fique totalmente encoberto pelo fio, a reação com o ácido pode ser dificultada. Fixe o restante do fio a uma rolha de borracha (Figura 5.5). Um detalhe da montagem experimental é mostrado na Figura 5.6.

Figura 5.4.

Fita de magnésio enrolada pelo fio de cobre.



(Figura 5.4.)

Figura 5.5.

Fio de cobre contendo a fita de magnésio, fixado a uma rolha.

(Figura 5.5.)

- Com o auxílio de um béquer de 10 mL, preencha a bureta com uma solução de HCl 6,0 mol L^{-1} até completar 50 mL. Para evitar possíveis acidentes, utilize um funil comum para o escoamento do ácido para a bureta.
- Adicione a água destilada lentamente na bureta até enchê-la completamente. (**Sugestão:** Faça isso com a bureta inclinada para evitar que a solução de ácido se misture em demasia com a água).
- A rolha na qual está presa a fita de magnésio é então colocada no topo da bureta, de forma a evitar bolhas de ar presas no líquido.
- Com o uso de luvas, tampe o orifício da rolha com um dos dedos e vire a bureta ao contrário. Mantenha a bureta nessa posição e introduza a mesma em um béquer de 600 mL contendo água de torneira. Quando o topo da bureta estiver abaixo da superfície da água, o dedo deverá ser removido cuidadosamente (**Atenção:** nesta etapa é importante evitar a entrada de ar na bureta).

- Fixe a bureta, ainda invertida, em um suporte universal e aguarde o término da reação.

Figura 5.6.

Detalhamento da montagem, onde se mostram bolhas de hidrogênio escapando do sistema fechado. Isso é uma das causas de erro e deve ser evitado.

- Assim que a reação cessar, dê algumas batidas (leves) na lateral da bureta com o dedo ou com uma bagueta recoberta com um tubo de borracha (chamado "policial"), para eliminar bolhas de gás que eventualmente tenham ficado retidas no fio de cobre e/ou nas paredes da bureta.
- Tampe novamente o orifício da rolha com um dos dedos e, com a bureta ainda invertida, transfira a mesma para uma proveta de 2000 mL contendo água de torneira. Quando o topo da bureta estiver abaixo da superfície da água, o dedo deverá ser removido cuidadosamente (**Atenção:** nesta etapa é importante evitar a entrada de ar na bureta).
- Ajuste o menisco da bureta com o da proveta para ler o volume. Ao igualar os níveis interno e externo da água, iguala-se também a pressão interna à pressão atmosférica. **Pense nisso!**
- Anote a posição do nível de água no interior da bureta e preencha a Tabela 5.13.

Amostra	Volume lido na bureta invertida /mL	Volume /mL*
1		
2		
3		

Tabela 5.13.

Posição do nível de água após ajustar o menisco da bureta invertida com o da proveta e o volume real correspondente a essa leitura.

** Para encontrar este valor, basta subtrair o volume lido na bureta invertida do volume total da bureta (neste caso, 50 mL).*

- Meça o volume ocupado pelo gás dentro da bureta, preenchendo este volume com água e pesando-a posteriormente. Para isso, siga as etapas a seguir e preencha as Tabelas de 5.14 a 5.16:
  1. Descarte a solução contida no interior da bureta em um recipiente apropriado e, com o auxílio de uma pisseta, enxágüe a bureta com água destilada pelo menos 3 vezes. Atenção! É importante que a bureta esteja limpa, isto é, que o líquido escoe livre e uniformemente por toda a extensão da escala sem deixar líquido preso pelas paredes - mais informações podem ser obtidas no capítulo 7 do livro publicado por BACCAN et al

(2007).

2. A seguir, adicione um volume de água destilada na bureta correspondente ao volume ocupado pelo gás após o término da reação e escoe essa água num béquer de 50,0 mL (vazio, seco e previamente pesado), através da parte superior da bureta. Faça isso cuidadosamente e anote sua massa. **Atenção!** É importante que o escoamento da água seja feito pela parte superior da bureta. Se for efetuado pela parte inferior, deve-se certificar que o tubo de vidro que fica logo abaixo da torneira esteja vazio. Embora este pequeno volume pareça ser desprezível, o mesmo pode ocasionar um erro significante na determinação da massa molar do metal.
3. Repita a pesagem mais duas vezes, retirando o béquer da balança a cada pesagem. Atenção! Procure realizar esta operação o mais delicada e rapidamente possível, para não sujar ou engordurar as paredes externas do béquer e para evitar que o líquido mude de temperatura com relação à do ambiente. Determine então a massa de água correspondente ao volume de gás que foi gerado.

Tabela 5.14.

Dados referentes à amostra 1.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa da amostra	m_A	g
Massa (béquer)	m_B	g
Massa (béquer + água)	m_T	g
Massa de água	$m_{H2O} = (m_T) - (m_B)$	g
Volume de água	$V_{H2O} = m_{H2O} / d_{H2O}$	mL
Volume de hidrogênio	$V_{H2} = V_{H2O}$	mL

Tabela 5.15.

Dados referentes à amostra 2.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa da amostra	m_A	g
Massa (béquer)	m_B	g
Massa (béquer + água)	m_T	g
Massa de água	$m_{H2O} = (m_T) - (m_B)$	g
Volume de água	$V_{H2O} = m_{H2O} / d_{H2O}$	mL
Volume de hidrogênio	$V_{H2} = V_{H2O}$	mL

Tabela 5.16.

Dados referentes à amostra 3.

Grandeza	Representação	Resultado
Massa da amostra	m_A	g
Massa (béquer)	m_B	g
Massa (béquer + água)	m_T	g
Massa de água	$m_{H2O} = (m_T) - (m_B)$	g
Volume de água	$V_{H2O} = m_{H2O} / d_{H2O}$	mL
Volume de hidrogênio	$V_{H2} = V_{H2O}$	mL

- Meça a temperatura da água e, através do valor da sua densidade, determine o volume correspondente à massa de água pesada. Utilize a Tabela 5.4 para essa determinação.
- Se houver tempo ou se for o caso, repita este procedimento com mais duas amostras do mesmo metal (ex.: Mg).

A Tabela 5.17 apresenta os conceitos básicos de química abordados no experimento proposto, bem como as técnicas de laboratório envolvidas.

Experimento 2 - A determinação da massa molar de um metal.	
Fundamentos envolvidos	• Mol e massa molar • Constante de Avogadro • Reações químicas - Lei da conservação das massas • Equações químicas - Balanceamento de equações químicas - Coeficientes estequiométricos • Reações de óxido-redução - Estado de oxidação - Número de oxidação • Potencial padrão de eletrodo e eletrodo padrão de hidrogênio • Gases ideais - Equação de Estado - Lei de Charles - Princípio de Avogadro - Lei de Boyle - Constante dos gases - Lei dos gases ideais - A mistura de gases - Lei das pressões parciais - Estequiometria dos gases nas reações • Propriedades físicas da matéria • Segurança no Laboratório Químico • Descarte de resíduos - Neutralização de ácidos.
Técnicas utilizadas	• Preparo de solução a partir de solução estoque (concentrada) • Pesagem (de sólidos e líquidos) • Medida de volume (utilização de pipeta, proveta e bureta) • Medida de temperatura • Produção e coleta de um gás

Tabela 5.17.

Conteúdo do experimento proposto para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas experimentais envolvidas.

EXPERIMENTO 3

Análise Volumétrica: técnica básica de uso multidisciplinar

A escolha pela atividade prática aqui proposta, baseada em titulações volumétricas, mostra-se interessante à medida que permite aos alunos desenvolverem habilidades técnicas imprescindíveis no laboratório, tais como o preparo e a padronização de soluções, a operação dos equipamentos volumétricos, a utilização de balões volumétricos, a operação correta de pipetas e buretas, a secagem e a pesagem de reagentes, a leitura de volume em diferentes vidrarias, a realização

de diluições, as transferências de líquidos (qualitativa e quantitativa), o manuseio de equipamentos (por ex.; pHmetro). Além disso, permite a contextualização de diversos conceitos de química, os quais podem ser atribuídos não apenas ao experimento em questão, mas a muitos outros e em diferentes situações. Este experimento pode ser realizado tanto por alunos de nível técnico como por alunos de graduação, em disciplinas de Química Geral ou de Química Analítica básica, oferecidas não só nos cursos de química como em vários outros (por ex.; engenharias, biologia, farmácia, etc). O experimento em questão, incluindo o preparo de soluções, pode ser conduzido em um período de 3 a 4 horas de aula no laboratório, desde que os alunos disponham de determinados reagentes previamente preparados.

Esta atividade experimental tem como objetivo principal o uso de técnicas de titulação. Ao realizar uma pesquisa sobre este assunto, foi possível constatar, através de protocolos de aulas práticas de algumas universidades, sites específicos de química e por meio de aproximadamente 230 artigos publicados no Journal of Chemical Education, a existência de uma grande quantidade de experimentos, nas suas mais variadas formas, com o mesmo objetivo do experimento aqui proposto. Porém, a justificativa para a escolha da prática escolhida – Determinação do ácido fosfórico (H_3PO_4) em uma amostra do refrigerante coca-cola, por titulação potenciométrica – deve-se ao fato do experimento ser simples e ao mesmo tempo, contemplar o uso de uma amostra largamente consumida pela população. Além disso, essa bebida pode ser facilmente encontrada e requer um tratamento prévio da amostra bastante simples: a desaeração.

O procedimento consiste na titulação de uma solução da amostra com NaOH 0,0100 mol L^{-1}, padronizado. Os valores de pH e de potencial (mV) são anotados a cada adição do titulante (mL) para que posteriormente seja possível a construção da curva de titulação. Uma vez construída, notam-se dois pontos de equivalência que serão utilizados no cálculo da quantidade de matéria (antigamente conhecida "número de mol") de $H_2PO_4^-$ por meio do primeiro ponto de equivalência e de HPO_4^{2-} por meio do segundo ponto de equivalência. Para a determinação da quantidade de ácido fosfórico (H_3PO_4) presente na amostra de refrigerante, foram empregados os métodos da primeira e da segunda derivadas.

Assim como o Material Instrucional elaborado para o experimento 2, o conteúdo deste foi distribuído em todas as seções: Folha de Rosto, Unidade Teórica, Unidade de Laboratório, Referências e Glossário, conforme apresentados na Figura 5.1. Porém, especificamente para esta atividade prática, há um tópico extra na Unidade de Laboratório, denominado "Para pensar antes do experimento",

que conduz o aluno a refletir sobre o que será necessário fazer/preparar/pensar em relação ao experimento proposto antes de executá-lo, Neste caso, este tópico permitirá que ele pense nos requisitos necessários para uma determinação volumétrica bem feita. Como exemplos, podemos citar os cálculos envolvidos no preparo e padronização de soluções, a verificação e a calibração dos equipamentos (no caso do pHmetro e do eletrodo utilizado) dentre outros. Como todas essas atividades podem demandar mais tempo que a própria execução do experimento, é importante alocar estes questionamentos (que exigem reflexão) na etapa das atividades de pré-laboratório.

O "Procedimento Experimental" do experimento em questão é descrito a seguir e o material instrucional estará disponível na internet no site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*). Na redação do procedimento experimental foram incluídas fotos das etapas que poderiam gerar dúvidas no momento de sua execução (calibração do pHmetro, verificação das condições do eletrodo de vidro, montagem do sistema a ser utilizado na titulação potenciométrica, etc.) e alguns exemplos de resultados experimentais (neste caso, exemplos de gráficos a serem obtidos após o tratamento dos dados). Optou-se por inserir gráficos resultantes de uma boa prática experimental e gráficos resultantes de uma prática experimental mal executada e/ou com erros (de caráter experimental ou não) para que os alunos redobrem os cuidados tanto na etapa de pré-laboratório como na aula prática propriamente dita, uma vez que não se tem garantia de que as cargas horárias destinadas aos encontros presenciais das disciplinas experimentais permitirão a repetição de algum experimento, caso seja necessário.

"Análise Volumétrica: técnica básica de uso multidisciplinar": Descrição do texto da parte experimental

- Abra o recipiente (lata ou garrafa) contendo a amostra de refrigerante de Coca-Cola tradicional e transfira aproximadamente 200 mL desse conteúdo para um béquer de um litro. Para desaerar a Coca-Cola, coloque um barra magnética em seu interior e deixe sob agitação por uma hora (ver Figura 5.7).
- Enquanto a amostra vai sendo desaerada, calibre o pHmetro, monte um sistema para realizar as titulações potenciométricas e prepare a solução-amostra.

1. Calibração do pHmetro: Existe uma sequência básica das etapas a serem realizadas para a calibração de todos os pHmetros. Porém, os modelos de aparelho usualmente disponíveis no mercado partem do mesmo princí-

pio: a determinação do pH em 2 ou 3 pontos de calibração. Geralmente utilizam-se 2 pontos e, portanto, será necessário utilizar duas soluções tampão de pH's conhecidos e diferentes. **Atenção:** Veja como realizar o procedimento de calibração no Manual de Instruções que acompanha o equipamento a ser utilizado no seu Laboratório. Porém, é importante adiantar algumas das etapas básicas que envolvem a calibração de um pHmetro:

- Antes de ligar o pHmetro, verifique a voltagem do aparelho. Nos laboratórios de ensino é comum ter várias tomadas com voltagens diferentes, 110 ou 220V.
- Verificar se o sensor de pH (ver Figura 5.8) e as soluções tampão (ver Figura 5.10) estão em condições de uso.

Figura 5.7.

Esquema utilizado no processo de desaeração da amostra. Embora uma chapa de aquecimento esteja sendo utilizada, apenas o sistema de agitação é acionado, enquanto que o de aquecimento permanece desligado. É importante escolher um nível moderado de agitação, de maneira que a barra magnética não se choque fortemente com as paredes do béquer, evitando assim que parte da amostra seja perdida para fora do recipiente.

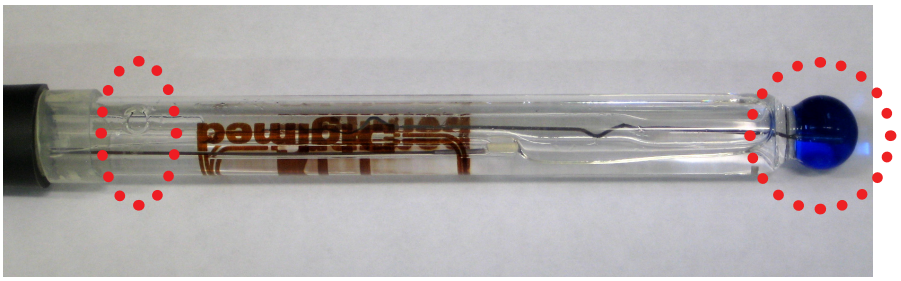


Figura 5.8.

Imagem ilustrando um dos eletrodos de vidro utilizado no experimento proposto. O sensor de pH deve estar limpo, sem a proteção que envolve a sua extremidade (geralmente de borracha ou plástico) e com o orifício desobstruído, para estabelecer a pressão atmosférica no seu interior.

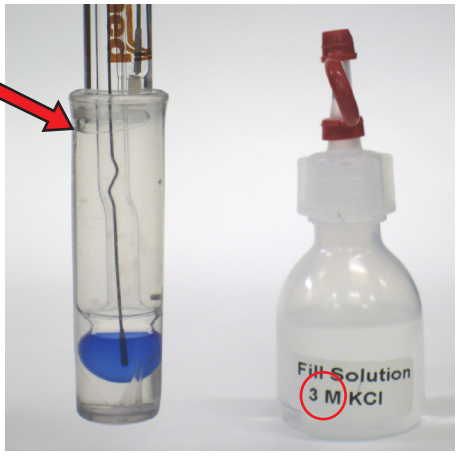


Figura 5.9.

É indicado a "capa de transporte" usada para armazenar e transportar o eletrodo. A capa está preenchida com o eletrólito de referência, neste caso, uma solução de KCl 3,0 mol L^{-1}, para que a membrana não se desidrate. Note que não se deve escrever 3M, como destacado na figura. Atenção! Quando o eletrodo não é utilizado com frequência, é comum ocorrer um processo de cristalização, proveniente do KCl, no "corpo de vidro" do eletrodo. É comum o aparecimento de cristais ao redor da vedação que cobre o orifício de entrada do eletrólico e a "capa de transporte". Logo, é importante a remoção dos cristais antes da limpeza com água destilada.

Figura 5.10.

Como a solução a ser analisada encontra-se numa faixa ácida, recomenda-se o uso dos tampões de pH 4,00 e 7,00. É importante também verificar a data de validade dessas soluções e em que condições as mesmas estavam armazenadas, uma vez que são facilmente deterioradas por fungos, microrganismos ou por contaminação de espécies químicas. Recomenda-se armazenar as soluções tampão sobre refrigeração e separar uma pequena alíquota, de 50 a 100 mL, para a realização das calibrações. Assim, quando for detectada contaminação nessa alíquota, descarta-se a mesma e providencia-se uma nova. Observe que os rótulos dos frascos foram escritos incorretamente. Atencão!

- Retire a ponta protetora do sensor de pH (bulbo) do eletrodo de vidro e, com o auxílio de uma pisseta, lave-o bem e descarte a água de lavagem em um béquer ou em outro recipiente apropriado. **Atenção:** Caso o bulbo esteja engordurado, sugere-se também a lavagem manual com acetona e enxágüe com água destilada [DIGEMED, 2005].
- Enxugue cuidadosamente o sensor. Utilize um lenço de papel macio para isso (Cuidado: Não friccione!).
- Certifique-se de que não ficaram "pedacinhos" do lenço de papel junto ao sensor e mergulhe o eletrodo de vidro na solução tampão de pH 7,00 ± 0,05 (ou próximo de 7,00 dependendo do tampão utilizado). Espere o aparelho estabilizar (isto deve ocorrer em alguns segundos) e então ajuste a escala de leitura para o valor correto.
- No caso, retire o eletrodo de vidro da solução tampão de pH 7,00 ± 0,05. Lave e enxugue com cuidado, como já descrito anteriormente.
- Mergulhe o eletrodo na solução tampão de pH 4,00 ± 0,05 (ou próximo de 4,00 dependendo do tampão utilizado), espere o aparelho estabilizar e então ajuste a escala de leitura para o valor correto.
- No caso, retire o eletrodo da solução tampão de pH 4,00 ± 0,05. Lave e enxugue cuidadosamente, como já descrito anteriormente.
- Mergulhe novamente o eletrodo na solução tampão de pH 7,00 ± 0,05 e, caso a escala do aparelho não leia exatamente o pH 7,00 ± 0,05 depois de estabilizado, repita o processo de calibração.

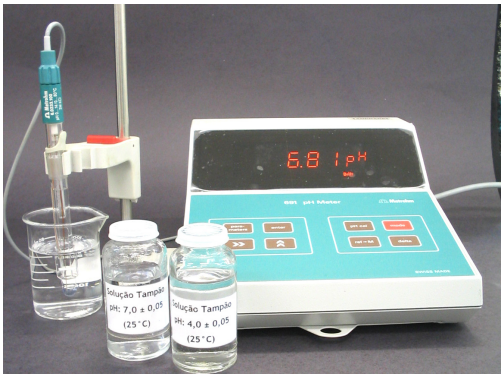


Figura 5.11.

Sistema utilizado na calibração do pHmetro: Eletrodo de vidro, pHmetro, solução tampão pH 7,00 ± 0,05 e solução tampão pH 4,00 ± 0,05. Observe que os rótulos dos frascos foram escritos incorretamente. Atencão!

2. Para montar o sistema a ser utilizado nas titulações (ver Figuras 5.12 e 5.13), utilize os seguintes materiais e equipamentos: garras metálicas, suporte universal, bureta de 50 mL, agitador magnético, pHmetro e um eletrodo de vidro combinado.

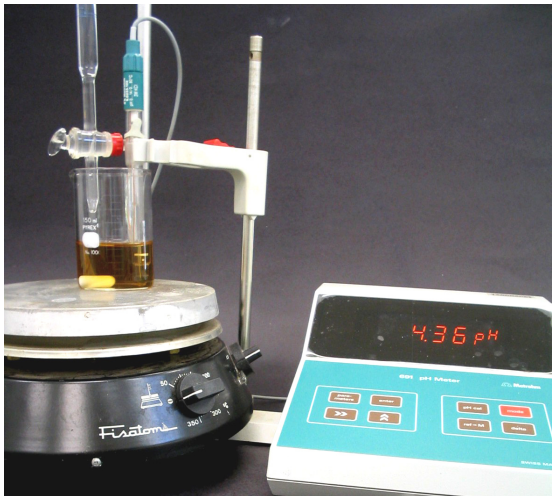


Figura 5.12.

Sistema utilizado na titulação potenciométrica na determinação de ácido fosfórico em uma amostra de refrigerante (coca-cola).

Figura 5.13.

No detalhe, o béquer, indicando que o eletrodo localizado próximo a bureta otimiza as medidas de pH e do potencial (mV) realizadas após cada adição do titulante. Atenção: Propositalmente, uma barra magnética grande foi utilizada para mostrar o risco de choque com o bulbo do eletrodo durante a agitação. Utilize sempre uma barra pequena e tome cuidado para não danificar o eletrodo!

3. Prepare a solução-amostra misturando 10,00 mL de refrigerante com 50 mL de água destilada em um béquer de 250 mL e coloque uma barra magnética (pequena) em cada um.

Figura 5.14.

Materiais utilizados no preparo das soluções-amostra: água destilada e coca-cola tradicional (uma vez que as versões "light" e "zero" não contêm ácido fosfórico, a substância de interesse do experimento proposto).

- Com o auxílio de um béquer, preencha a bureta com a solução titulante (NaOH 1,00 x 10^{-2} mol L^{-1}) até completar o volume de 50 mL. Verificar se não há presença de bolhas no interior da bureta (ver Figura 5.15). Caso isso se confirme, escoe a solução num béquer de descarte até que as bolhas de ar sejam eliminadas e complete o volume novamente. Certifique-se de que não há mais bolhas e, em caso afirmativo, repita a operação.

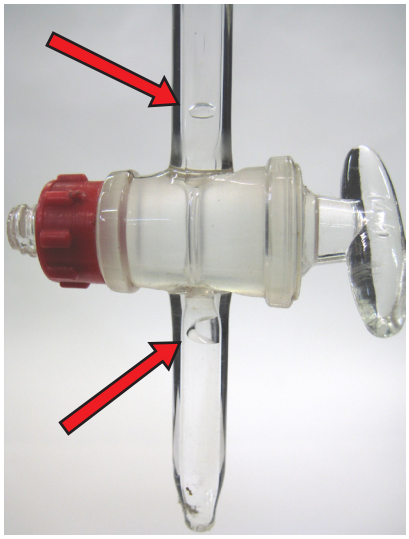


Figura 5.15.

A imagem mostra a extremidade inferior da bureta utilizada no experimento logo após a mesma ser preenchida com a solução titulante. As bolhas de ar indicadas na figura devem ser eliminadas e só então a titulação poderá ser iniciada.

- Titule a solução-amostra preparada anteriormente com a solução de NaOH 1,00 x 10^{-2} mol L^{-1} e faça as leituras de pH e de potencial (mV) a cada adição do titulante. As medidas deverão ser registradas após incrementos regulares do titulante (veja como fazer a leitura correta do pH e do potencial na Figura 5.16). Atenção: Agite a solução durante a titulação com o auxílio de um agitador magnético, mas cesse a agitação para realizar a leitura.

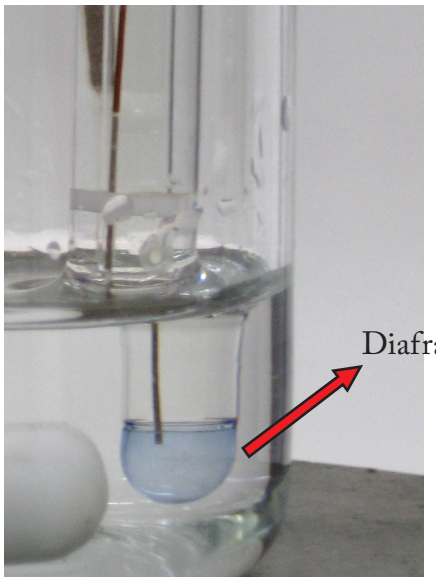
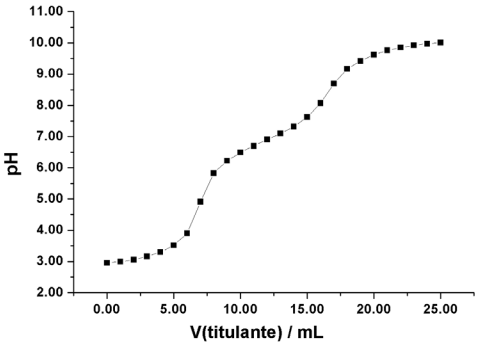


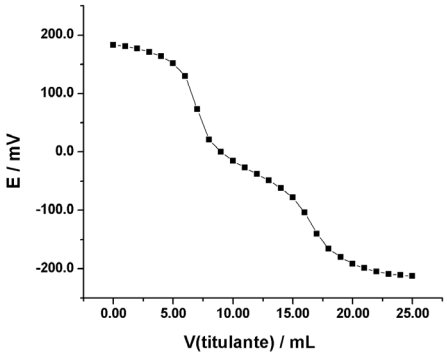
Figura 5.16.

As leituras de pH e ou potencial deverão ser realizadas com o eletrodo submerso na amostra (ou solução) acima do diafragma (ver indicação na imagem ao lado).

- Para que seja possível construir as curvas, siga com a titulação até que o volume do titulante adicionado seja igual a aproximadamente duas vezes o volume do ponto final.



(Figura 5.17-A.)



(Figura 5.17-B.)

Figura 5.17

Exemplos de curvas de titulação ácido-base
A - em função do pH
B - em função do potencial
Sugestão: Próximo ao ponto final de titulação, sugere-se adicionar o titulante em incrementos de 0,50 mL ou menos. No início e no final da titulação, podem-se adicionar incrementos maiores (de, por ex.; 1,0 mL).

- Anote todos os valores de pH e de Potencial (mV) correspondentes aos volumes adicionados de NaOH (mL) em uma tabela (ver exemplo abaixo, Tabela 5.18) e repita o procedimento para mais uma alíquota de amostra (Replicata 2).

Vol. de NaOH Adicionado/(mL)	pH	E / (mV)	Vol. de NaOH Adicionado/(mL)	pH	E/(mV)
0			15,0		
1,0			15,5		
2,0			16,0		
3,0			16,5		
4,0			17,0		
5,0			17,5		
5,5			18,0		
6,0			18,5		
6,5			19,0		
7,0			19,5		
7,5			20,0		
8,0			20,5		
8,5			21,0		
9,0			22,0		
10,0			23,0		
11,0			24,0		
12,0			25,0		
13,0			26,0		
14,0			27,0		

Tabela 5.18.

Valores do volume adicionado do titulante e das leituras referentes ao pH e ao potencial para a replicata 1.

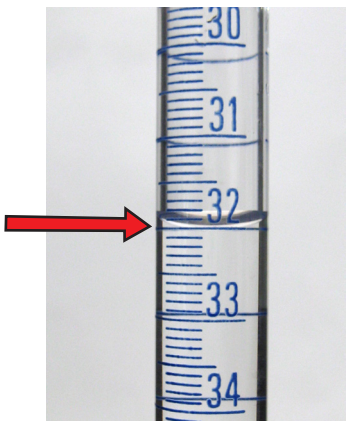
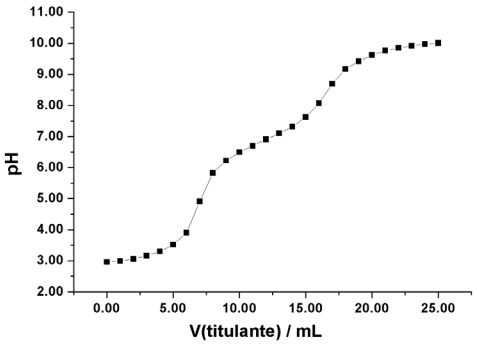


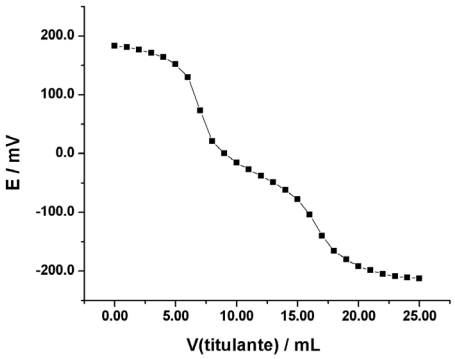
Figura 5.18.

A imagem mostra a leitura de um dos volumes adicionados à solução-amostra, a qual corresponde a uma determinada medida de pH e potencial, em um dos experimentos realizados. Atenção: A leitura correta do volume em uma bureta (ou proveta) deve ser feita olhando-se a parte inferior do menisco perpendicularmente à proveta (como mostra a indicação da seta), evitando assim erros de paralaxe.

- Construa as curvas de titulação e determine o ponto final pelos métodos da primeira e segunda derivada.



(Figura 5.19.)



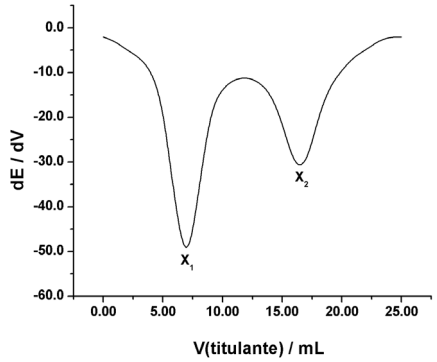
(Figura 5.20.)

Figura 5.19.

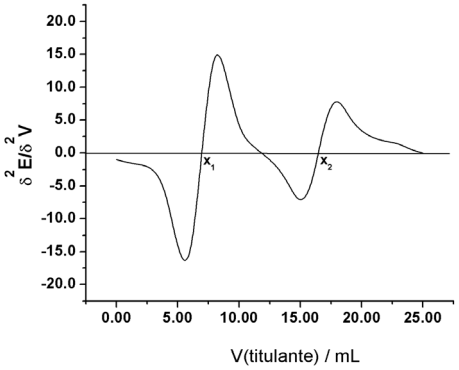
Resultado esperado para uma curva de titulação em função do pH.

Figura 5.20.

Resultado esperado para uma curva de titulação em função do potencial.



(Figura 5.21.)



(Figura 5.22.)

Figura 5.21.

Resultado a ser obtido para a primeira derivada da curva de titulação em função do potencial.

Figura 5.22.

Resultado a ser obtido para a segunda derivada da curva de titulação em função do potencial.

- Finalmente, descarte as soluções utilizadas (se desejar, use um frasco apropriado para resíduos) e limpe bem o eletrodo utilizado conforme já descrito anteriormente. Antes de armazená-lo, certifique-se de que o orifício lateral superior esteja fechado e não se esqueça de imergir o eletrodo na "capa de transporte", que contém o eletrólito de referência (KCl 3,0 mol L^{-1}). A tabela 5.19 apresenta os conceitos básicos abordados e as técnicas utilizadas no experimento proposto.

Experimento 3 - Análise Volumétrica	
Fundamentos envolvidos	• Mol • Massa molar • Constante de Avogadro • Reações químicas • Equações químicas - Balanceamento de equações químicas - Coeficientes estequiométricos - Estequiometria • Cálculos químicos • Análise química: Análise Volumétrica / Titulação - Princípios gerais

Tabela 5.19.

Conteúdo das experiências propostas para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas e habilidades[29] experimentais envolvidas.

[29] Neste caso, seriam as habilidades experimentais que o aluno deveria estar adquirindo ao utilizar uma determinada técnica.

Fundamentos envolvidos (continuação)	- Tipos de volumetria: ◊ Neutralização, ◊ Óxido-Redução, ◊ Complexação e ◊ Precipitação - Reações - Aplicações - Indicadores - Titulações de ácido e base - Titulações diretas e indiretas - Curvas de titulação - Ácidos polipróticos - pH - Eletrodo de vidro - Ponto de equivalência, ponto final
Técnicas utilizadas	• Pesagem • Secagem de sólidos • Soluções - Preparo de soluções - Padronização • Medida de volume (utilização de pipeta, proveta e bureta) • Medida de temperatura • Calibração materiais e equipamentos - pipetas - buretas - pHmetro • Técnicas de Titulação / Volumetria - Titulação ácido-base - Titulação Potenciométrica (de neutralização) • Tratamento de dados experimentais

Tabela 5.19. (continuação)

Conteúdo das experiências propostas para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas e habilidades experimentais envolvidas.

EXPERIMENTO 4

Aspirina: um projeto integrado

A escolha por fazer um "Projeto Integrado" tendo a aspirina como tema central se justifica pelo fato de envolver um composto bastante conhecido. Há sempre algo sendo publicado na literatura envolvendo a aspirina, nas mais diversas áreas da química, o que mostra que o uso dessa substância continua em evidência e ainda desperta o interesse dos pesquisadores. Por exemplo, ao se realizar uma revisão bibliográfica somente no Journal of Chemical Education utilizando as palavras-chave *aspirin, acetyl salicylic acid e salicylic acid*, encontraram-se 24 artigos. Desse total, sete estão relacionados de alguma forma com a síntese e/ou

purificação da aspirina [BROWN & FRIEDMAN, 1973; LEONARD, 1981; PANDITA & GOYAL, 1998; OLMSTED III, 1998; BORER & BARRY, 2000; MIRAFZAL & SUMMER, 2000; WELDER & COLYER, 2001]. Os artigos de BROWN & FRIEDMAN (1973) e de BORER & BARRY (2000) mostram que a aspirina já foi utilizada como tema principal no desenvolvimento de vários conjuntos específicos de experimentos.

Uma infinidade de informações referente à aspirina, especialmente sobre seu procedimento de síntese, também foi encontrada em protocolos de aulas práticas de algumas universidades e sites específicos de química. Nesse sentido, foi possível constatar que, da mesma forma que para o experimento 2 (prática experimental envolvendo a "reação de um metal com ácido"), a prática envolvendo a "síntese da aspirina" ainda vem sendo aplicada no ensino por muitas instituições de prestígio na comunidade acadêmica brasileira.

Na presente proposta, serão abordados não apenas os aspectos importantes envolvidos na síntese da aspirina, mas também todo o contexto experimental que essa prática pode proporcionar, desde uma simples determinação de ponto de fusão até análises mais abrangentes (por ex.; espectrofotometria e potenciometria). Obviamente, a aplicação destes experimentos esta limitada à disponibilidade dos equipamentos e vidrarias listados no conjunto de materiais proposto para o Laboratório Pedagógico de ensino destinado aos cursos de Licenciatura de Química a serem oferecidos pela UAB (disponível em: *http://www.uab.mec.gov.br/polo.php*). Entretanto, como a idéia é que os experimentos dispostos de forma individual não ultrapassem quatro horas de duração e apresentem um baixo grau de risco, os itens a serem sugeridos para o contexto da UAB serão destacados.

Assim como o Material Instrucional elaborado para os experimentos 2 e 3, aqui o conteúdo também foi distribuído em todas as seções: Folha de Rosto, Unidade Teórica, Unidade de Laboratório, Referências e Glossário, conforme apresentados na Figura 5.1. Porém, como há mais de um experimento envolvido (1. Síntese e Purificação; 2. Determinação do Ponto de Fusão; 3. Análise Cromatográfica; 4. Determinação Espectrofotométrica e 5. Titulação Potenciométrica), cada um deles deu origem há um "bloco" e cada "bloco" tem seu conteúdo subdividido nas duas unidades: teórica e de laboratório, como mostra o esquema da Figura 5.23.

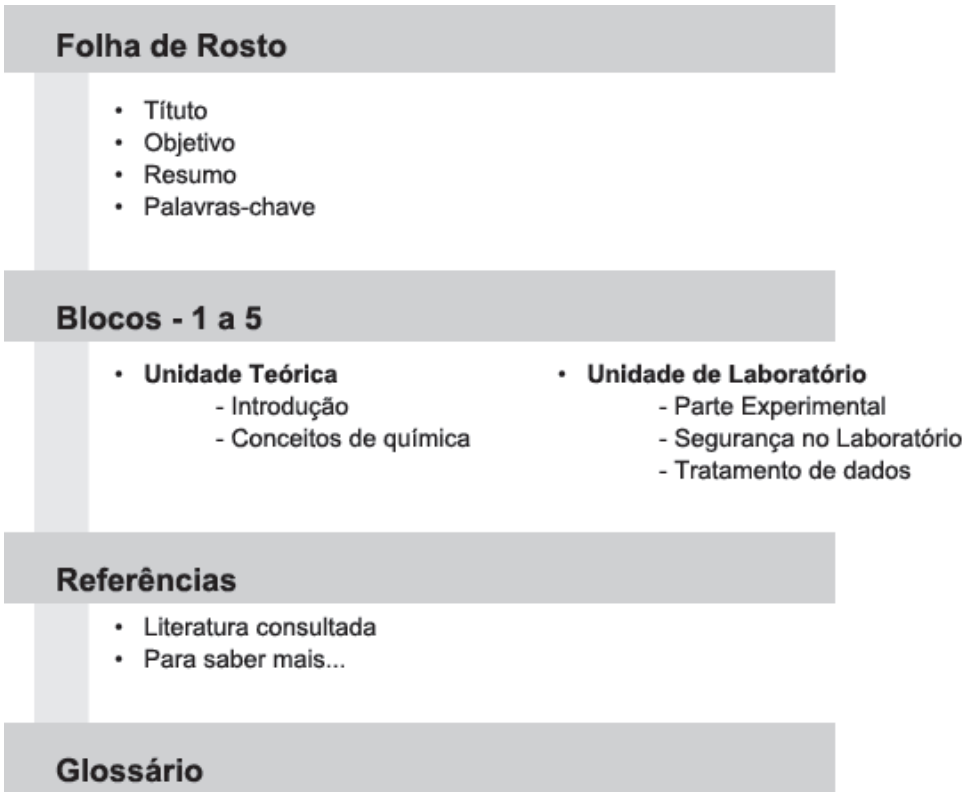


Figura 5.23.

Estrutura utilizada na organização do Material Instrucional referente ao Experimento 4 - "Aspirina: um Projeto Integrado".

Os "Procedimentos Experimentais" referentes aos Blocos de 1 a 5 estão descritos a seguir e o material instrucional completo estará disponível no site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*).

Bloco 01: Síntese e Purificação (testado e aprovado)

De acordo com BORER & BARRY (2000), a aspirina (ácido acetilsalicílico) pode ser preparada combinando-se ácido acético e ácido salicílico (o qual reage no grupo funcional fenol) para formar um éster. Entretanto, a síntese mais efetiva da aspirina envolve a combinação do anidrido acético com o ácido salicílico na presença de um catalisador, conforme o esquema apresentado na Figura 5.24.

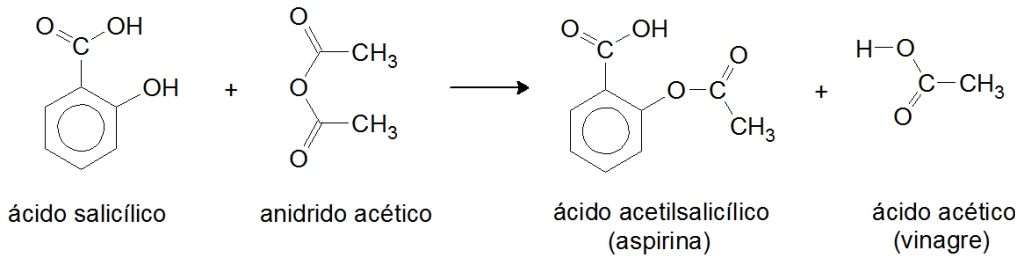


Figura 5.24.

Esboço da reação envolvida na síntese da aspirina. Atenção: Verifique as fichas de segurança MSDS (do inglês, Material Safety Data Sheet) das substâncias envolvidas.

Síntese

- Pese cerca de 2,00 g de ácido salicílico e anote sua massa. Transfira o ácido para um erlenmeyer (limpo e seco) de 125 mL.

Figura 5.25.

A pesagem é um procedimento necessário em quase todas as análises, seja para a medida do tamanho da amostra, seja no preparo de soluções-padrão, dentre outros. Em um trabalho de rotina, as massas pesadas podem variar de vários gramas a alguns miligramas, ou menos. O conhecimento dos procedimentos de pesagem são detalhes importantes a serem considerados. Quando a quantidade de substância a ser pesada não requer precisão, pode-se empregar uma balança com duas ou três casas decimais, equivalentes a precisões entre ± 1mg e ± 10mg. Se forem necessárias pesagens mais precisas, devem-se empregar balanças analíticas, com uma precisão de pelo menos ± 0,1mg, como a da foto (quatro casas decimais).

- Adicione 5,0 mL de anidrido acético. Descreva a aparência da mistura logo após a adição do anidrido. A mistura apresentou-se opaca, translúcida ou transparente?
- Adicione 7 gotas de ácido fosfórico concentrado (Cuidado: veja o MSDS). Este atuará como catalisador, processando a reação mais rapidamente. (A partir desta etapa, todo o procedimento experimental referente à síntese deverá ser realizado no interior de uma capela com exaustão).
- Tampe o erlenmeyer com uma rolha e agite o frasco até que uma mistura homogênea se forme. (A rolha deverá conter um orifício no centro para aliviar a pressão interna do frasco).
- Aqueça o sistema reacional (ver Figuras 5.26 e 5.27) colocando-o em um banho-maria: Posicione o erlenmeyer em um béquer de 500 mL contendo 350 mL de água de torneira. O frasco deve ficar fixo a um suporte universal com o auxílio de uma garra metálica e uma mufa. Mantenha o aquecimento durante 10 minutos numa temperatura próxima de 40°C, com ocasional agitação manual. (**Cuidado:** Não deixe ferver!). Durante este período de aquecimento, o ácido salicílico se dissolverá totalmente. Anote a temperatura que a solução atingiu ao final dos 10 minutos. Descreva a aparência da solução. Anote se a mesma apresentou-se opaca, translúcida ou transparente.
- Retire o frasco reacional do banho-maria e deixe-o em repouso sobre a bancada, de preferência sobre um papel toalha, para evitar um possível choque-térmico, que acarretaria na trinca e/ou na quebra do frasco.
- Quando o erlenmeyer atingir a temperatura ambiente, remova a rolha. Durante este período, o ácido acetilsalicílico começará a cristalizar. Caso isto não ocorra, coloque o erlenmeyer num banho de gelo e friccione as paredes do mesmo com um bastão de vidro até que apareçam os primei-

ros cristais (ver Figura 5.28). Não adicione água até que a formação dos cristais seja completa. Retire o frasco do banho depois de aproximadamente 20 minutos.

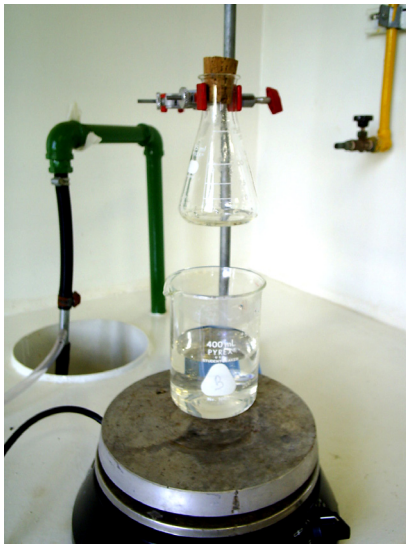
Figura 5.26.

Esquema montado para o aquecimento do sistema reacional. Observe que o erlenmeyer fica devidamente preso a um suporte universal com o auxílio de uma garra

(Figura 5.26.)

Figura 5.27.

Com a garra bem justa, é possível deixar o frasco suspenso sobre o sistema de aquecimento e assim agilizar as agitações ocasionais do frasco reacional, como sugere o procedimento experimental. Com o frasco posicionado mais ao alto, diminuí-se o risco do aluno se queimar com os vapores gerados próximo do sistema, evitando assim possíveis acidentes ou até a quebra do erlenmeyer.

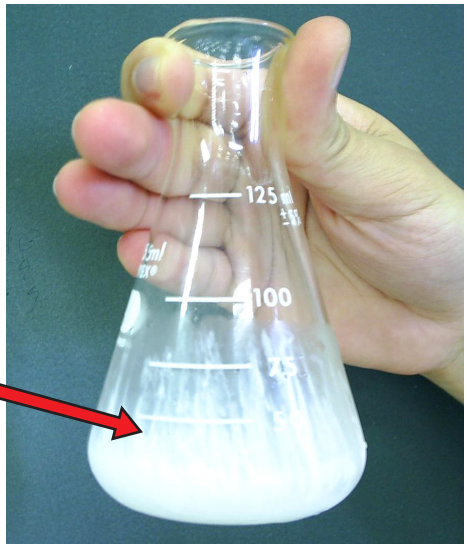


(Figura 5.27.)

Figura 5.28.

A imagem mostra claramente as ranhuras ocasionadas pela fricção do bastão de vidro nas paredes do erlenmeyer. Observe que parte da cristalização da aspirina ocorreu exatamente nessas ranhuras.

Ranhuras provocadas pela fricção do bastão de vidro



- Enxágüe o frasco com 20 mL de água destilada gelada.
- Utilizando um funil de Büchner adaptado a um kitassato de 250 mL devidamente preso a um suporte universal (ver Figura 5.29), filtre o precipitado obtido e continue a sucção por aproximadamente 15 minutos, até que os cristais estejam secos. (Antes de iniciar a filtração, molhe o papel de filtro com um pouco de água destilada e acione o vácuo em seguida para a sua melhor aderência no funil de Büchner).
- Desconecte o vácuo e transfira o produto para um béquer de 50 mL (limpo e seco) previamente pesado.

Figura 5.29.

O sistema de filtração a vácuo utilizado no experimento proposto é composto por um suporte universal, uma garra, um kitassato, um funil de Büchner, uma borracha (utilizada para fazer a vedação entre o kitassato e o funil) e uma mangueira (responsável pela conexão entre a abertura lateral do kitassato e um dispositivo conhecido como "trompa de vácuo"). A montagem desse sistema deve ser feita da seguinte maneira: o kitassato, provido do funil de Büchner e devidamente fixo a um suporte universal por meio de uma garra, é conectado, através de sua abertura lateral, a uma mangueira, que por sua vez é ligada a um dispositivo que usa um fluxo de água (neste caso, a de uma torneira comum) capaz de arrastar o ar e assim produzir baixa pressão no interior do kitassato, permitindo um escoamento mais rápido do líquido.

(Figura 5.30-A.)

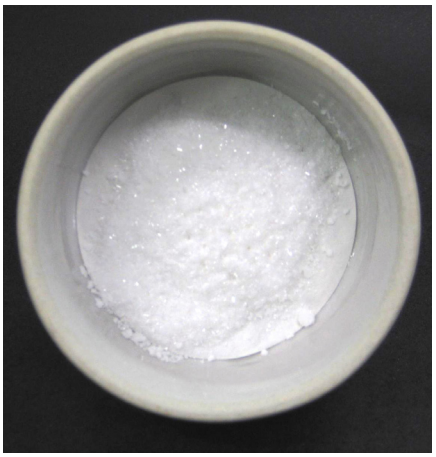
Figura 5.30-A.

Trompa de vácuo com torneira.

(Figura 5.30-B.)

Figura 5.30-B.

Trompa de vácuo sem torneira. Fonte: http:// www.ciencor.com.br/catalogo/paginas/trompadev%E1cuo1.htm



(Figura 5.31-A.)

Figura 5.31-A.

Aspirina obtida após a filtração por sucção.

(Figura 5.31-B.)

Figura 5.31-B.

Depois de seca, a aspirina deverá ser transferida para um béquer, conforme está descrito a seguir. Observe que existem alguns cristais que estão fora da área protegida pelo papel filtro. No momento da transferência do produto obtido, certifique-se de colocar todos os cristais no béquer, procurando evitar desperdícios e, consequentemente, erros no cálculo do rendimento.

Teste de Pureza

Para se verificar a existência de ácido salicílico remanescente no produto obtido, sugere-se realizar o teste de pureza apresentado abaixo:

- Meça 15,0 mL de água destilada em uma proveta de 25 mL e distribua igualmente esse volume em 3 tubos de ensaio.
  - Tubo 1: Adicione cerca de 1,0 mL de uma solução de fenol.

- Tubo 2: Adicione alguns cristais de ácido salicílico.
- Tubo 3: Adicione alguns cristais do produto bruto obtido.

- Adicione cerca de 10 gotas de uma solução de cloreto férrico em cada tubo de ensaio e anote a cor observada.
- O cloreto férrico, $FeCl_3$, reage com o grupo hidroxila fenólico do ácido salicílico ocasionando a hidrólise do ácido acetilsalicílico, que pode ser identificada pela formação de um complexo ferro de coloração púrpura [BORER & BARRY, 2000]. A formação de complexo ferro-fenol com Fe(III) (ver Figura 5.32) origina uma coloração que varia de vermelho à violeta, dependendo da concentração do fenol presente.

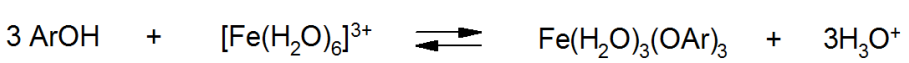


Figura 5.32.

Reação envolvida na formação do complexo ferro-fenol com Fe(III).

Na equação química da Figura 5.32, "Ar" está representando um anel aromático (também chamado de anel benzênico ou benzeno), como mostra a Figura 5.33:

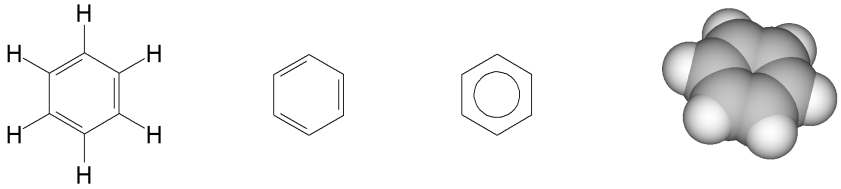


Figura 5.33.

Diferentes formas de representar a estrutura química do benzeno.

Figura 5.34.

Disposição dos tubos de ensaio utilizados para no teste de pureza com cloreto férrico.

Purificação

- Adicione 10,0 mL de água deionizada por grama do produto (10 mL água/g do produto). Em seguida, aqueça o béquer, com ocasional agitação, até que grande parte do sólido se dissolva. Caso perceba que a mistura não está se dissolvendo, aumente gradativamente a temperatura da chapa de aquecimento para favorecer a dissolução. Faça isso medindo periodicamente a temperatura da solução, e não permita que a mesma entre em ebulição. Anote suas observações.
- Retire o frasco reacional da chapa de aquecimento e espere que o mesmo

atinja a temperatura ambiente. Anote se a cristalização iniciou-se durante este período. Caso a resposta seja afirmativa, descreva a aparência desses cristais.

- Transfira o béquer para um banho de gelo e resfrie-o até que a precipitação apareça por completo. Para isso, aguarde de 15 a 20 minutos. Anote suas observações ao final desse período.
- Isole o produto e continue a sucção por mais 20 minutos. Descreva a aparência do produto ao final da sucção. O mesmo apresentou-se na forma de um pó fino ou na forma de cristais pontiagudos? Estes eram brilhantes?
- Transfira o sólido para um vidro relógio (limpo e seco) previamente pesado e seque o produto final na estufa, a 80ºC, durante 1 hora. A seguir, remova o vidro relógio da estufa e aguarde que o mesmo atinja a temperatura ambiente. Pese-o novamente.
- Faça o teste de pureza descrito anteriormente.

Figura 5.35.

Cristais de aspirina obtidos após passar pelo processo de recristalização (purificação).

OBS: O procedimento recomendado contempla uma adaptação dos procedimentos experimentais. A síntese baseou-se no trabalho de OLMSTED (1998), que permitiu a obtenção de cristais mais brilhantes e melhor definidos, enquanto que o procedimento de purificação foi baseado em protocolos usados nas disciplinas de Química Geral oferecidas pela Unicamp (incluindo o teste de pureza, que indica a presença ou ausência do grupo funcional fenol). Este teste, em especial, também é citado por outros autores: SOLOWAY & WILEN, 1952; HOOPS, 1974; HASEGAWA & USUI, 1992; WRIGHT, 1995; MIRAFZAL & SUMMER, 2000; BORER & BARRY, 2000; etc. Os testes realizados para o procedimento aqui apresentado, mostraram que o rendimento variou de 65 a 79%. A aparência dos cristais apresentou-se mais definida, se comparada com os produtos obtidos por meio de outros procedimentos experimentais. Além disso, o produto final, depois de filtrado e seco, não apresentou o forte odor de vinagre do ácido acético.

Bloco 01: Síntese e Purificação
(adicional - testado)
J. Chem. Educ.; 1998, 75, 1261.

Pese cerca de 1,4 g de ácido salicílico e transfira-o para um erlenmeyer de 125 mL. Adicione 3,0 mL de anidrido acético (Cuidado: vapores cáusticos: veja MSDS e use máscara) e 5 gotas de ácido fosfórico concentrado (veja MSDS). Tampe o erlenmeyer com uma rolha de borracha com um furo que tenha 2 cm de tubulação plástica. Posicione o erlenmeyer em um béquer de 800 mL contendo 250 mL de água. Aqueça até 85ºC e mantenha a temperatura entre 85 e 90ºC por 5 minutos (**Cuidado:** Não deixe ferver). Suspenda o aquecimento e imediatamente utilize uma pipeta Pasteur para adicionar 2,0 mL de água deionizada através da "tubulação plástica" (Cuidado: vapores ácidos quentes). Quando o frasco estiver suficientemente frio, remova-o com o auxílio de um papel toalha, remova a tampa e adicione 20 mL de água deionizada. Deixe o frasco descansando à temperatura ambiente até os cristais começarem a se formar. Então adicione 10,0 mL de água deionizada, agite e coloque o frasco em um banho de gelo. Depois do resfriamento, isole o produto. Enxágüe o frasco com 15 mL de água deionizada gelada, verta o precipitado e continue a sucção por mais 10 minutos.

Pese o sólido em um béquer de 50 mL limpo e seco e adicione 10 mL de água deionizada por grama do produto (10 mL água / g do produto). Aqueça, com agitação, até que todo o sólido se dissolva. Transfira o béquer para um banho de gelo e resfrie até que a precipitação apareça por completo. Isole o produto e continue a sucção por mais 10 minutos. Então transfira o sólido para um béquer de 50,0 mL limpo e seco e seque a 80º por 1 hora. Em seguida, remova-o da estufa, deixe esfriar e pese o produto final.

A caracterização do produto final obtido, bem como do ácido salicílico usado como material de partida é realizada por Análise no Infravermelho. O mesmo procedimento é utilizado para a identificação da presença da aspirina em um produto comercial.

OBS: O autor não cita o rendimento esperado, porém os testes realizados mostraram que ele variou de 62 a 64%.

Bloco 01: Síntese e Purificação
(adicional - testado)
Protocolo de aulas práticas da UFSCar [da SILVA et al, 1990]

Pese, com exatidão, cerca de 2,0 g de ácido salicílico e transfira-o para um frasco de erlenmeyer de 50,0 mL. Adicione, a seguir, 5,0 mL de anidrido acético e algumas gotas de ácido fosfórico 85% (m/m). Aqueça o sistema reacional colocando-o dentro da água quente de um banho-maria e fixando-o a um suporte universal com o auxílio de uma garra e mufa. Continue o aquecimento durante aproximadamente 15 minutos com ocasional agitação manual. Durante esse tempo de aquecimento, o ácido salicílico se dissolve totalmente, ocorrendo a reação de esterificação. A seguir, adicione, cuidadosamente, ao frasco reacional, 2,0 mL de água destilada, agitando-o por alguns minutos até que não seja mais possível perceber a emanação de vapores de ácido acético; tome cuidado para não aspirar esses vapores.

Retire o frasco reacional do banho-maria, adicione 20 mL de água destilada e deixe-o em repouso sobre a bancada enquanto se formam os cristais de aspirina. Filtre, com sucção, os cristais obtidos. Lave o filtrado ainda no funil de Büchner, desconectando o vácuo e adicionando alguns mililitros de água destilada fria. Reconecte a mangueira de vácuo e seque, ao máximo, os cristais. Transfira o produto para um papel de filtro previamente pesado e seque-o ao ar. Finalmente, determine a massa de produto obtido.

A caracterização do produto é feita por cromatografia em camada delgada (CCD; não utilizada neste experimento). O mesmo procedimento será utilizado para a identificação da presença da aspirina em um produto comercial. Ao término das experiências, lave todo o material utilizado.

OBS: O autor não cita o rendimento esperado, mas os testes realizados mostraram ele ficou em torno de 70%. Porém, na caracterização do produto, utiliza-se como solvente o 1,2-dicloro metano (CH_2Cl_2), atualmente controlado pelo Departamento de Polícia Federal.

Bloco 01: Síntese e Purificação
(adicional - testado e adaptado)
Protocolo de aulas práticas da Unicamp, 2003/2004.

Síntese
Pese 2,0 g (0,0015 mol) de ácido salicíclico e transfira para um erlenmeyer de

125 mL. Adicione 5,0 mL (0,05 mol) de anidrido acético, seguida de 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado (ou 5 gotas de ácido fosfórico concentrado) (CUIDADO !!!). Agite o frasco lentamente até que o ácido salicílico dissolva.

Aqueça o frasco levemente em um banho de água (40ºC) por pelo menos 10 minutos. Retire o frasco reacional do banho e deixe-o em repouso sobre a bancada até atingir a temperatura ambiente. Durante este período, o ácido acetilsalicílico começará a cristalizar. Caso isto não ocorra, raspe as paredes do erlenmeyer com um bastão de vidro e resfrie a mistura em um banho de gelo até que ocorra a cristalização. Não adicione água até que a formação dos cristais seja completa. Provavelmente, o produto aparecerá como uma massa sólida quando a cristalização for completa.

Utilizando um funil de Büchner adaptado a um kitassato de 250 mL devidamente preso a um suporte universal, filtre o precipitado obtido até que os cristais estejam secos. Desconecte o vácuo e transfira o produto para um vidro relógio previamente pesado. Deixe secar ao ar.

Teste de Pureza

Em 3 tubos de ensaio contendo 5 mL de água, coloque no 1º tubo aproximadamente 1,0 mL de uma solução de fenol; no 2º tubo alguns cristais de ácido salicílico e no 3º tubo alguns cristais do seu produto obtido na etapa anterior. Adicione cerca de 10 gotas de uma solução de cloreto férrico em cada tubo de ensaio e anote a cor observada. A formação de um complexo ferro-fenol com Fe(III) origina uma coloração que varia de vermelho à violeta, dependendo da concentração do fenol presente.

Purificação

Transfira o produto obtido para um béquer de 150 mL e adicione 25 mL de uma solução saturada de bicarbonato de sódio. Agite a mistura até que todos os sinais da reação tenham cessado.

- Utilizando um funil de büchner adaptado a um kitassato de 250 mL devidamente preso a um suporte universal, filtre a solução à vácuo. (Antes de iniciar a filtração, molhe o papel de filtro com um pouco de água destilada - acionando o vácuo em seguida - para que o mesmo tenha uma melhor aderência no funil de Büchner). Lave o béquer e o funil com 5 – 10 mL de água destilada.
- Em um béquer de 100 mL, prepare uma mistura de 3,5 mL de ácido clorí-

drico concentrado em 10 mL de água destilada. Em seguida, adicione cuidadosamente o filtrado, em pequenas porções de cada vez, nesta mistura, sob constante agitação. A aspirina deve precipitar. Se isto não ocorrer, verifique se a solução está ácida, utilizando um papel de tornassol. Adicione ácido clorídrico o suficiente até que a solução esteja ácida.

- Resfrie a mistura em um banho de gelo e filtre o sólido em um funil de Büchner. Lave os cristais com água destilada gelada (duas porções de aproximadamente 5 mL). É essencial que a água utilizada nesta etapa esteja bem gelada. Desconecte o vácuo e transfira o produto para um vidro relógio previamente pesado. Deixe secar dentro de um ambiente fechado (por ex.; um armário) por cerca de 48hs.
- Finalmente, pese o produto final e calcule o rendimento. Realize novamente o teste de pureza (vide etapa anterior) e anote as diferenças entre o produto obtido na etapa 1 (síntese) e o produto purificado na presente etapa.

OBS: Os testes realizados mostraram que o rendimento variou de 38 a 42%. Porém, ao substituir o ácido sulfúrico pelo ácido fosfórico (com rolha e sem rolha na etapa de aquecimento), verificou-se que os rendimentos aumentaram para uma faixa de 60 a 65%. Além disso, os cristais apresentam-se mais brilhantes quando se utiliza o ácido fosfórico como catalisador. É importante destacar que os valores de rendimento obtidos estão condicionados à pureza dos reagentes utilizados e às condições do laboratório no momento em que os experimentos foram executados.

Bloco 01: Síntese e Purificação
(alternativo - não testado)
J. Chem. Educ. 2000, 77, 356.

Em um béquer de 100 mL, 0,01 mol (1,38 g) de ácido salicílico, 0,03 mol (3,06 g, 2,83 mL) de anidrido acético e uma gota de ácido fosfórico (85% m/m) são misturados. A mistura foi coberta com um vidro relógio e colocada em um forno microondas em um nível 3 (correspondente a 30% da potência do equipamento) por cinco minutos. O béquer foi retirado do microondas e esperou-se atingir a temperatura ambiente. A seguir, o mesmo foi colocado num banho de gelo para a formação dos cristais. A filtração contínua a vácuo do material obtido por recristalização em tolueno deu 75% de aspirina pura.

OBS: O autor indica um rendimento esperado de 75%. Porém, optou-se por não testar este procedimento experimental pelo fato do mesmo fazer uso do solvente tolueno, bastante tóxico.

Bloco 01: Síntese e Purificação
(alternativo - não testado)
J. Chem. Educ. 1998, 75, 770.

A 138 mg ($1,0 \times 10^{-3}$ mol) de ácido salicílico em um tubo de reação é adicionado 0,1 mL de piridina (o suficiente para dissolvê-lo) enquanto o tubo "descansa" em um banho de água gelada. 0,1 mL de cloreto de etanoíla[30], também conhecido como cloreto de acetila, (ligeiro excesso, acima de $1,0 \times 10^{-4}$ mol) é adicionado de uma só vez. A mistura torna-se viscosa nesta etapa. Transfira o tubo de reação para um banho de água gelada e aguarde 15 minutos. Então 5 mL de água gelada é adicionado e a mistura agitada vigorosamente. Continue a agitação até o aparecimento do produto. Os cristais então são filtrados, lavados com água gelada e depois secos. A recristalização é realizada em etanol aquoso (50%) resultando em um rendimento de 33%.

OBS: Optou-se por não testar este procedimento experimental pelo fato do mesmo fazer usa da substância piridina (amina aromática, fórmula molecular C_5H_5N), a qual é extremamente tóxica e também apresenta um odor muito forte.

Bloco 02: Determinação do Ponto de Fusão
(recomendado - testado e adaptado)
J. Chem. Educ. 1998, 75, 770.

Preparação dos tubos capilares

Os tubos capilares de vidro são utilizados para "guardar" a amostra e geralmente são produzidos nas próprias vidrarias das universidades. Contudo, há a opção de serem adquiridos comercialmente. Algumas companhias fornecem capilares com uma das extremidades já selada; outros fornecem os tubos com ambas as extremidades abertas.

---

[30] O cloreto de etanoíla (CH_3COCl) é um cloreto ácido, também conhecido como cloreto de acila, derivado do ácido acético (ácido etanóico). É normalmente utilizado como reagente para acetilação na síntese ou derivação de compostos químicos. Algumas reações de acetilação incluem processos de acilação, as quais frequentemente são realizadas na presença de catalisadores tais como a piridina, que ajudam a promover a reação e como base neutralizam o HCl resultante.

Como os tubos capilares são produzidos a partir de tubos maiores (geralmente de 5-6 mm de diâmetro), é comum que os mesmos sejam obtidos num comprimento maior do que o necessário (≥ 30 cm). Para a determinação do ponto de fusão, tubos de 5-6 cm apresentam um tamanho adequado para esse tipo de experimento. (Atenção! Para obter um tubo capilar no tamanho ideal é necessário quebrá-lo. Você pode fazer isso com os próprios dedos, pressionando-os suavemente no ponto desejado. Para uma maior segurança, utilize uma luva ou um pedaço de papel (ou pano) para proteger os dedos e evitar possíveis ferimentos).

Para evitar que as amostras "escapem" dos tubos capilares é necessário fechar uma de suas extremidades. Para isso, você pode utilizar a chama de um Bico de Bunsen. (**Atenção!** *Exponha somente a ponta do capilar no interior da chama, caso contrário o tubo inteiro poderá amolecer e entortar*): Retire o capilar do fogo assim que for observada a formação de uma bolinha incandescente e perceptivelmente fechada. Deixe-o em repouso sobre a bancada, de preferência sobre um papel toalha para evitar um possível choque-térmico. Assim que o tubo atingir a temperatura ambiente, estará pronto para ser utilizado.

Figura 5.36.

Capilares de vidro a serem utilizados no preparo das amostras para as medidas do ponto de fusão.

Preparação das amostras

Para a determinação do ponto de fusão utilizando tubos capilares, é necessário que as amostras estejam secas (para garantir a ausência do solvente) e pulverizadas (para facilitar a entrada da substância no tubo capilar).

- Retire as amostras do dessecador minutos antes da determinação do ponto de fusão.
- Transfira uma pequena quantidade das amostras, separadamente, para um almofariz (ver Figura 5.37) e triture-as com o auxílio de um pistilo. Cesse a trituração assim que um pó finamente dividido for obtido.

Figura 5.37.

Almofariz e pistilo. Fonte: http://www. mocho.pt/local/local/imagens/quimica/laboratorio/almofariz.jpg

Introdução da amostra no capilar

- Com o auxílio de uma espátula, junte os cristais no almofariz de forma que os mesmos não se espalhem e então introduza a extremidade aberta do capilar nesse amontoado. Pressione suavemente o capilar na amostra e "empurre" a mesma para o fundo com o auxílio de um vidro (oco e aberto nas extremidades), como mostra a Figura 5.38.
- À medida que os tubos capilares forem sendo preenchidos com as amostras, reserve-os em recipientes apropriados (por ex., um béquer) de modo que fiquem acondicionados na posição vertical. (**Atenção:** Como neste caso será determinado o ponto de fusão de mais de uma amostra, use um recipiente, devidamente identificado, para cada substância. Isso evitará que as diferentes amostras misturem-se entre si.).

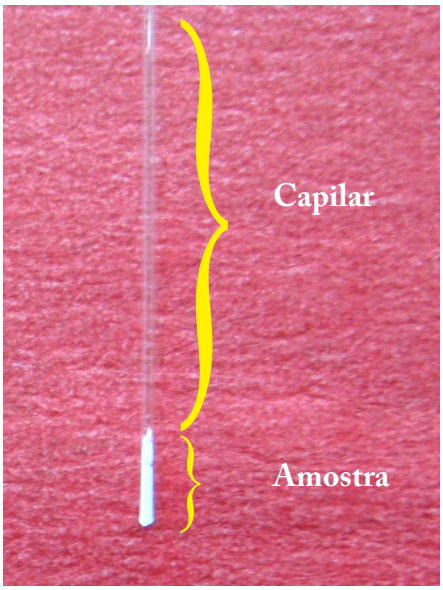
Figura 5.38.

Inserção da amostra em um capilar de vidro: Segure o vidro com uma das mãos e o capilar com a outra. Apóie o vidro na bancada - ou em outra superfície plana - de modo a formar um ângulo de aproximadamente 90°. Posicione o capilar no centro da extremidade superior do vidro e "solte-o" através do tubo de modo que a parte fechada fique voltada para baixo. Repita esse procedimento até que os cristais estejam completamente compactados no interior do capilar e posicionados numa altura entre 3 – 5 mm

(Figura 5.38.)

Figura 5.39.

No detalhe, capilar de vidro contendo cerca de 3 mm de altura de amostra a ser caracterizada pela medida do ponto de fusão.



(Figura 5.39.)

Determinação do ponto de fusão

O aquecimento de uma pequena quantidade de amostra no interior de um tubo capilar é o método mais utilizado pelos laboratórios de ensino para se determinar o ponto de fusão de uma determinada substância. O aquecimento pode ser realizado utilizando um banho de líquido (geralmente glicerina) ou uma placa metálica (presente em equipamentos elétricos).

- Utilizando tubo de Thiele
  Existem diversos banhos utilizados para aquecer o capilar, porém o método do tubo de Thiele (ver a Figura 5.40) é o mais comum. Esse método é simples de montar e permite uma determinação rápida do ponto de fusão.

Figura 5.40.

Tubo de Thiele. Fonte: http://www.mocho. pt/local/local/imagens/quimica/laboratorio/tubo_thiele.jpg

Montagem do sistema

- Com o auxílio de uma garra metálica, fixe o tubo de Thiele (ver a Figura 5.40) em um suporte universal e adicione glicerina até a marca indicada.
- Para tampar o tubo e ao mesmo tempo manter o termômetro suspenso no líquido (glicerina), utiliza-se uma rolha contendo um furo no centro – ver a Figura 5.41. (Atenção: O furo deverá ter um diâmetro semelhante ao do termômetro, sendo capaz de sustentá-lo verticalmente numa posição fixa bem como permitir a passagem desse instrumento sem que haja a necessidade de fazer qualquer esforço, evitando possíveis quebras do termômetro (ou do capilar) e, conseqüentemente, prováveis acidentes e contaminações com o mercúrio do termômetro (recomenda-se usar termômetros que não contenham mercúrio).

Figura 5.41.

Rolha a ser utilizada para tampar o tubo de Thiele. Além do furo no centro, é importante também fazer uma abertura na lateral para promover o contato entre o ar presente dentro e fora do tubo. Deste modo, o ar quente presente no interior do tubo não ficará aprisionado, evitando o aumento de pressão durante o aquecimento e, portanto, o risco de explosão. Além de evitar explosões, o corte na rolha também facilita a leitura da escala do termômetro, permitindo monitorar adequadamente a temperatura.

- Prenda o capilar junto ao termômetro com o auxílio de um anel de borracha (elástico). Ambos devem ficar lado a lado, de maneira que a altura do bulbo do termômetro coincida com a extremidade do capilar em que está contida a substância a ser caracterizada.

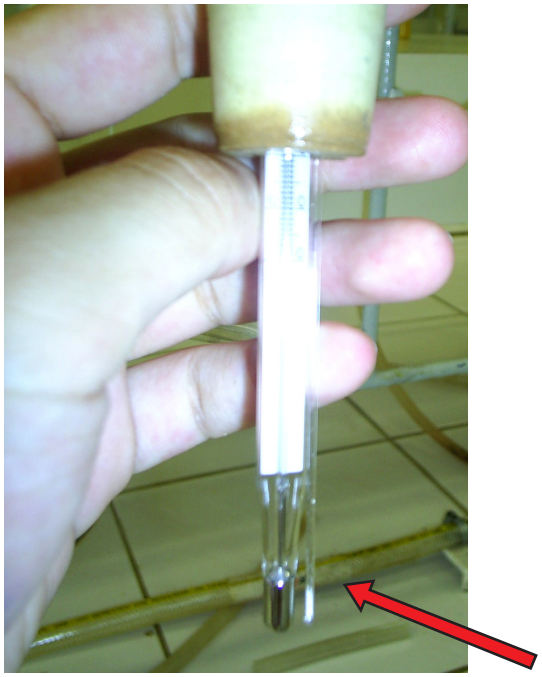


Figura 5.42.

A indicação mostra claramente que o tubo capilar contendo a amostra está praticamente nivelado com o bulbo do termômetro.

Realização da medida do Ponto de Fusão

- Disponha o conjunto capilar/termômetro através do furo central da rolha e tampe o tubo de Thiele de maneira que aproximadamente 1/3 do capilar fique submerso no banho de líquido.
- Acenda o bico de Bunsen e segure-o com uma das mãos. Posicione a chama no braço lateral do tubo de Thiele, conforme mostra a Figura 5.44. Mantenha o aquecimento durante alguns instantes, cerca de 10 segundos, e em seguida afaste a chama do local indicado por mais 10 segundos. Repita esse procedimento alternadamente até a substância fundir completamente. Anote a temperatura em que a substância começou a fundir e a que a substância se apresentou completamente transparente no capilar. (**Atenção:** *A diferença de temperatura entre o início e o fim da fusão*

não deve ultrapassar 1°C).

- Suspenda o aquecimento e aguarde até que a temperatura do banho atinja cerca de 20ºC abaixo do ponto de fusão determinado. Retire o capilar.
- Repita o procedimento descrito acima duas vezes para cada uma das amostras: ácido salicílico (material de partida), produto obtido (aspirina) e aspirina comercial.
- Compare os resultados obtidos para cada uma das amostras solicitadas com os valores teóricos dessas mesmas substâncias listados em uma tabela de pontos de fusão. **Sugestão:** *Consulte também o Index Merck e verifique o valor das constantes físicas e características físicas do composto em estudo (cor, aspecto, forma cristalina, etc.).*

Figura 5.44.

A imagem mostra a chama sobre braço lateral do tubo de Thiele. Porém, sugere-se posicioná-la um pouco deslocada para a direita, sob o ângulo da tubulação lateral. É importante também ficar atento à regulagem do bico de bunsen a ser utilizado nas medidas do ponto de fusão. Observe que, neste caso, a chama está muito alta, o que é desnecessário e ainda pode se tornar perigoso.

Princípio de funcionamento (método do tubo de Thiele)

Ao acender o bico de bunsen, o líquido presente na parte inferior do braço lateral do tubo de Thiele começa a esquentar. Com o calor, essa região do líquido dilata-se e torna-se menos densa. Assim, há uma tendência do líquido aquecido subir, ocupar a parte superior do braço lateral e flutuar sobre o líquido frio. Desta maneira, o líquido frio desce, atinge a parte inferior do braço lateral do tubo, é aquecido e a partir daí o ciclo é iniciado, gerando um processo denominado convecção, que consiste na circulação contínua do líquido no interior do tubo.

- Utilizando aparelho elétrico para determinação do P.F.

Os aparelhos aquecidos eletricamente utilizados para a determinação dos pontos de fusão são constituídos, basicamente, de um bloco de cobre

provido de buracos para dispor os capilares e um termômetro enrolado por uma resistência elétrica. Existe também um aparato utilizado para observar o momento em que ocorre o ponto de fusão, em que os capilares são iluminados por uma lâmpada. Antes de realizar as medidas de P.F., leia atentamente o manual de instruções do aparelho elétrico a ser utilizado em seu laboratório e siga o procedimento contido no mesmo. Alguns modelos de equipamentos estão mostrados a seguir:

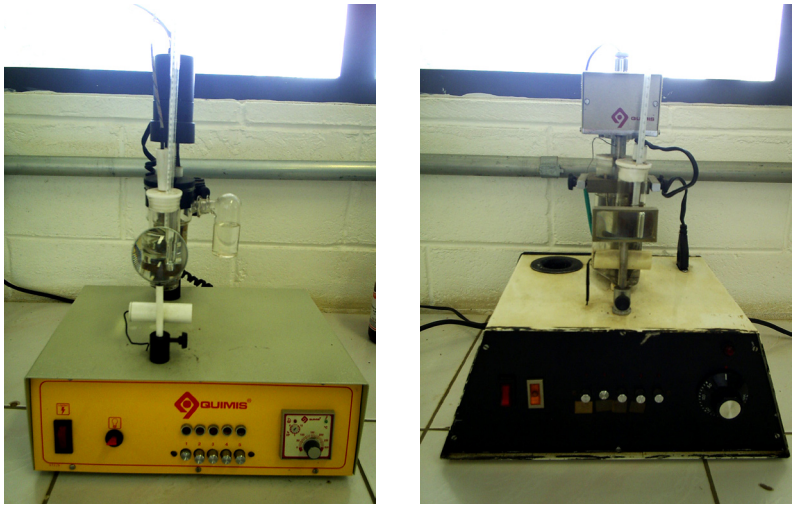


Figura 5.45.

Diferentes equipamentos elétricos utilizados na determinação do ponto de fusão.

A Tabela 5.20 apresenta os fundamentos de química abordados no experimento proposto, bem como as técnicas de laboratório envolvidas.

Experimento 4 - Aspirina: Um projeto integrado.	
Fundamentos envolvidos	• Síntese e Purificação - Reação de esterificação. • Testes qualitativos • Cristalização / Recristalização - Solubilidade e Produto de solubilidade - Efeito da temperatura sobre a solubilidade - Rendimento de processos • Ponto de fusão - Temperatura, Propriedades físicas e grau de pureza • Separação de misturas - Grau de adsorção e Diferenças de solubilidade

Tabela 5.20.

Conteúdo das experiências propostas para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas e habilidades[31] experimentais envolvidas.

[31] *Neste caso, seriam as habilidades experimentais que o aluno deveria estar adquirindo ao utilizar uma determinada técnica.*

Técnicas utilizadas	• Síntese e Purificação • Cristalização / Recristalização • Pesagem • Preparo de soluções • Filtração (gravidade/vácuo) • Secagem de sólidos, Aquecimento / Resfriamento • Determinação do ponto de fusão • Técnicas básicas de Lab. e Tratamento de dados exp.

Tabela 5.20. (continuação)

Conteúdo das experiências propostas para uma disciplina de Química Geral e as respectivas técnicas e habilidades experimentais envolvidas.

Capítulo 6

Considerações Finais

Sabemos que a Química é, por definição, uma ciência predominantemente experimental. Desta forma, um curso que requeira aulas práticas não pode prescindir de um laboratório. Em alguns casos simulações são possíveis e mesmo indicadas, mas em boa parte dos casos, é necessária a utilização de um laboratório, como exige o MEC para os cursos que apresentam aulas experimentais em seus currículos. Convênios e parcerias já estão viabilizando o acesso dos alunos a Laboratórios Pedagógicos de Ensino adequados, por meio da criação dos Pólos de Apoio Presencial vinculados à Universidade Aberta do Brasil (UAB), mas pouco se sabe da dinâmica que está sendo criada para os cursos de Química

Estamos cientes de que a modalidade de Ensino à Distância não substitui, de forma alguma, o experimento real realizado em laboratório. Nesse sentido, vale ressaltar que o intuito aqui não foi propor experimentos virtuais e nem mesmo reinventar as aulas experimentais de Química Geral já ministradas presencialmente nos cursos de Química das Instituições Superiores de Ensino brasileiras. Pelo contrário, optamos por utilizar experimentos já bastante difundidos no meio acadêmico (ou que já foram disseminados de alguma forma) uma vez que nosso objetivo não era criar novos experimentos, mas sim apresentar o conteúdo que envolve cada experimento proposto de forma que julgamos mais apropriada para a modalidade à distância. Partindo do princípio que o indivíduo que ensina está separado física e temporalmente do indivíduo a ser ensinado, procuramos contribuir no processo pedagógico das disciplinas a serem ministradas semi-presencialmente com a elaboração de um Material Instrucional que venha facilitar o auto-aprendizado do aluno.

A escolha por disponibilizar Materiais Instrucionais na web envolvendo experimentos básicos mostrou-se interessante uma vez que estes poderão atender os cursos voltados para a formação e/ou capacitação de professores, como pretende o Ministério da Educação (neste caso, Licenciatura em Química), como também outros cursos de graduação que apresentam essa disciplina como obri-

gatória em seus respectivos currículos de curso (por ex., Engenharias, Biologia, Física, etc.).

De acordo com o grupo de pesquisa "EaD Unicamp", os conteúdos disponibilizados na web são classificados de acordo com quatro cenários (ver Tabela 6.1), os quais dependem do uso de recursos de comunicação entre os participantes (aluno/aluno, aluno/tutor, aluno/professor, etc.) e da interatividade com o conteúdo. Entretanto, a proposta do presente trabalho, a priori, está focada no cenário 1, já que trata-se de conteúdos "prontos" disponibilizados em um formato eletrônico que não oferece nenhuma ferramenta de comunicação que permita qualquer tipo de interação entre os participantes. Contudo, o mesmo pode ser distribuído aos alunos de diferentes formas: por meio de um correio eletrônico, CD-ROM, material impresso, etc. e por dowload da internet para consulta (podendo ou não optar pela impressão, seja do material na íntegra ou somente das partes que interessam).

Conteúdos de auto-estudo SEM comunicação entre os participantes	
Cenário 1	Para disponibilizar conteúdos do tipo texto.
Cenário 2	Para disponibilizar conteúdos com interatividade.
Conteúdos COM o uso de recursos de comunicação entre os participantes	
Cenário 3	Para disponibilizar conteúdos do tipo texto e oferecer recursos de comunicação.
Cenário 4	Para disponibilizar conteúdos com interatividade e recursos de comunicação.

Tabela 6.1.

Classificação dos conteúdos disponibilizados na internet.

Conforme já mencionado, os materiais instrucionais impressos ainda é maioria quando se trata de Ensino à Distância. Do ponto de vista do aluno, o emprego do material impresso na hora de estudar mostra-se interessante por vários motivos: i) É bastante familiar; ii) É fácil de ser utilizado e transportado; iii) Pode ser anotado pelo leitor; iv) Não requer o uso de qualquer outro dispositivo para ser lido; v) Pode ser consultado em qualquer ordem e vi) Pode ser lido em diferentes lugares, a qualquer hora, respeitando o ritmo determinado pelo leitor. Além disso, são mais baratos de se produzir e necessitam de menos tempo de produção do que a maior parte das outras mídias.

Os textos estão sendo preparados no Microsoft Word, convertidos no formato HTML[32] ou PDF[33] e posteriormente disponibilizados em formato eletrônico que não oferece nenhuma ferramenta de comunicação, não permitindo qual-

[32] HTML (Hyper Text Markup Language) - Software destinado ao desenvolvimento de hiperdocumentos disponíveis na www.

[33] PDF (Portable Document Format) - Arquivo para a troca eletrônica de documentos.

quer tipo de interação entre aluno/aluno, aluno/tutor, aluno/professor, etc. O formato HTML, por exemplo, permite disponibilizar o material didático na forma hipertexto (texto não-linear), o que possibilita o acesso às informações de acordo com os interesses e necessidades do usuário, que pode estabelecer sua própria seqüência de leitura. Desta forma o leitor interage com o hipertexto e pode assumir um papel mais ativo do que na leitura de um material impresso, por exemplo, em que o texto está disponível de forma linear [de ALMEIDA, 2003]. Desvantagem: Caso seja necessário imprimir o conteúdo na íntegra, o usuário terá que acessar e copiar, separadamente, os textos referentes a todos os *links* presentes no Material Instrucional e copiá-los, um a um, em um documento que permita a impressão, por exemplo, no redator Word. Por outro lado, o formato PDF permite que o material didático seja obtido da Internet na íntegra (download), o que possibilita seu pronto uso no laboratório [CARVALHO, 2003]. Contudo, visto que há uma grande tendência do aluno imprimir os guias de estudo recebidos e considerando que o material impresso ainda é maioria no Ensino à Distância no Brasil, talvez o formato PDF seja o mais apropriado à realidade do país hoje.

Os experimentos testados não ultrapassam quatro horas de duração e não exigem o uso de equipamentos sofisticados (ou que não estejam na lista divulgada pelo governo – ver Tabela 4.3). Além disso, é importante enfatizar que com a presente proposta foi possível contextualizar a parte teórica envolvida em cada experimento proposto. Com os quatro experimentos testados, foi possível abordar grande parte dos temas listados na Tabela 1.2.

Gostaríamos de deixar claro que estamos disponibilizando os Materiais Instrucionais na rede de computadores para uso de qualquer Instituição interessada. Assim, caso esses conteúdos venham a ser utilizados em alguma disciplina de Química Geral, a Instituição (e o professor) deverá assumir a responsabilidade usual no planejamento e na organização da disciplina como um todo, levando em consideração os seguintes aspectos: 1) Identificação dos objetivos e público-alvo; 2) Definição de uma abordagem pedagógica e um modelo de curso; 3) Definição do tamanho da turma, carga horária e duração; 4) Organização de um programa de estudos; 5) Definição do material e recursos didáticos; 6) Planejamento das atividades de aprendizagem; 7) Planejamento da avaliação de alunos e do curso; 8) Seleção dos recursos tecnológicos; 9) Organização do ambiente online; 10) Definição dos pré-requisitos; 11) Planejamento da preparação do professor e 12) Planejamento da preparação do aluno.

A idéia inicial com o presente trabalho era contribuir com essa nova moda-

lidade de ensino (disponibilizando mais uma opção de Material Instrucional para as disciplinas experimentais de Química Geral) e, de certa forma, alertar a comunidade acadêmica sobre esta nova realidade, especialmente a que está vinculada a Química, uma das áreas contempladas pelo MEC com a implantação da Universidade Aberta Brasileira (UAB).

Todo o conteúdo dos Materiais Instrucionais citados no presente trabalho estará disponível no site Chemkeys (*http://www.chemkeys.com*) sob a Licença de Creative Commons (*http://www.creativecommons.org.br*).

Referências Bibliográficas

ABED – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA. "Oportunidades de Parceria com a Open University do Reino Unido", 2003. Disponível em : <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?User ActiveTemplate=4abed&infoid=646&sid=19> Acessado em: 23 de fevereiro de 2006.

AGÊNCIA EDUCABRASIL - Dicionário interativo da Educação Brasileira, 2006. Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp? id=177>. Acessado em 04 de setembro de 2006.

ALVES, J.R.M. "A educação à distância no Brasil: síntese histórica e perspectivas." Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Avançadas em Educação, 1994.

AZEVEDO, W. "Trechos de Panorama atual da Educação a Distância no Brasil", 2003. Disponível em: <http://www.escolanet.com.br/sala_leitura/ead_antesdepois .html>. Acessado em: 03 de agosto de 2006

BACCAN, N.; de ANDRADE, J.C.; GODINHO, O.E.S. & BARONE, J.S., "Química Analítica Quantitativa Elementar", 3ª ed., 4a. reimpressão, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 2007, p.292.

BELLONI, M. L.; "Educação à Distância". Campinas: Autores Associados, 2003, pp. 104-105.

BIRK, J. P. & WALTERS, D. L., "Pressure measurements to determine the rate law of the magnesium – hydrochloric acid reaction", J. Chem. Educ., 1993, 70: 587-589.

BORER, L. L.; BARRY, E. "Experiments with Aspirin". J. Chem. Educ. 2000, 77:354.

BROWN, D. B.; FRIEDMAN, L. B. "The aspirin project. Laboratory experiments for introductory chemistry." J. Chem. Educ., 1973, 50:214.

CEDERJ - Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.cederj.edu.br/cecierj>. Acessado em: 11 de novembro de 2007

CÉSAR, J.; de ANDRADE, J. C. e ALVIM, T. R. "Tendências da Química Geral no Brasil", Chemkeys, 2005. Disponível em: <http://www.chemkeys.com/bra/ag/tda_ 8/tdqgnb_1 /tdqgnb_1.htm>. Acessado em 04 de fevereiro de 2006.

CECCHI, H. M., "Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos", 2ª ed. Revisada, Editora Unicamp, Campinas, 2003, pp. 98-100.

CHEBOLU, V. E STORANDT, B. C., "Stoichiometry of the reaction of magnesium with hydrochloric acid", J. Chem. Educ., 2003, 80: 305.

CORREIO DA MANHÃ, "África do Sul: Exército poderá combater a violência xenófoba", 22/05/2008. Disponível em: <http://www.correiomanha.pt/comentar. aspx?channelid=00000091-0000-0000-0000-0000 00000091&contentid=77E6F01D-C6FF-4890-AE34-ABAFEBE3D2FD>. Acessado em 22 de maio de 2008.

da SILVA, R. R.; BOCCHI, N.; FILHO, R. C. R. "Introdução à Química Experimental", McGraw-Hill, São Paulo, 1990.

de ALMEIDA, M. E. B. "Educação a distancia na Internet: Abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem". Educação e Pesquisa, São Paulo, v.29, n.2, p. 327-340, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022003000200010 &lng=pt&nrm=iso& tlng=pt>. Acessado em: 05 de maio de 2005.

de CARVALHO, K. B. "Hipertexto na Educação", 2003. Disponível em: < http://www.pedagobrasil.com. br/pedagogia/hipertextonaeducacao.htm >. Acessado em: 29 de outubro de 2005.

DICKSON, T.R., HEALEY, J.T., "Laboratory Experiments for an Introduction to Chemistry"; John Wiley & Sons, Inc.; New York, 1971, pp.13-14.

DIGIMED. "Instruções de uso para eletrodos combinados de pH", 2005.

EDUCAÇÃO PÚBLICA - CECIERJ. "Perspectivas da Educação à Distância", 2/6/2004. Disponível em: < http://www.educacaopublica.rj.gov.br/jornal/materia .asp?seq=177>. Acessado em: 25 de maio de 2005.
E-DUC@ÇÃO VIRTUAL. "Educação Universitária: Uma análise sobre a aplicação da Educação à Distância", v.1, N.1, 2005.

HASEGAWA, T.; USUI, T. "Cautionary Note Regarding the Phenol Color Test by Ferric Chloride in Acid Solution", J. Chem. Educ., 1992, 69:840.

HENRIKSSON, U. E ERIKSSON, J.C., "Thermodynamics of capillary rise: Why is the meniscus curved?", J. Chem. Educ., 2004, 81: 150.

HOOPS, S. C. "Qualitative and Colorimetric Analysis of Salicylic Acid". J. Chem. Educ., 1974, 51:782.

IBOPE - NetRatings. "Internet residencial brasileira ultrapassa 14 milhões de usuários ativos", 19/12/2006. Disponível em: http://www.ibope.com.br/. Acessado em: 11 de fevereiro de 2007.

IDC - International Data Corporation. 18/12/2006. Disponível em: <http://www.idclatin. com/news.

asp?ctr=bra&id_release=819>. Acessado em: 14 de fevereiro de 2007.

INED - Instituto Nacional de Educação à Distância. "Conceber Materiais de Ensino Aberto e à Distância", Commonwealth of Learning (COL), 2003. Disponível em: <www.abed.org.br/col/concebermateriais.pdf>. Acessado em: 29 de agosto de 2007.

INSTITUTO MONITOR, 2006. Disponível em: <www.institutomonitor.com.br/site/>. Acessado em: 09 de setembro de 2006.

INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO, 2006. Disponível em: < http://www.instituto universal.com.br/>. Acessado em: 09 de setembro de 2006.

KENSKI, V. M. "O Desafio da Educação a Distância no Brasil", Vol. 7, n.1, Mar/Ago 2002. Disponível em: <http://www.faced.ufjf.br/educacaoemfoco/integra artigo.asp?p=12,1>. Acessado em: 29 de outubro de 2005.

KILPATRICK, MARTIM, JR., "A freshman experiment? The reaction of magnesium with acid", J. Chem. Educ., 1931, 8: 1566.

LEONARD, J. K. "A Practical Introduction to Separation and Purification Techniques for the Beginning Organic Chemistry Laboratory". J. Chem. Educ., 1981, 58:1022.

LANDIM, C.M.M.P.F. "Educação à distância: Algumas considerações." Rio de Janeiro,1997.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://www.educacaosuperior .inep.gov.br/tipos_de_curso.stm#Modalidade>. Acessado em: 01 de fevereiro de 2006.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br /sesu/index.php?option=com_content&task=view&id=858&Itemid=549>. Acessado em: 01 de fevereiro de 2006.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br /index.php?option=content&task=view&id=101&itemid=233>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2006.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://mec.gov.br/index.php ?option=com_content&task=view&interna=1&id=8068>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2006.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO .Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/ index.php?option=content&task=view&id=4230&FlagNoticias=1&Itemid=4373>. Acessado em: 21 de fevereiro de 2006.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/ sesu/index.php?option=content&task=view&id=375&Itemid=309>. Acessado em: 21 de fevereiro de 2006.

MELO, E.; MELO, J. R. F. "Softwares de simulação no ensino de Química: Uma representação social na prática docente". Educação Temática Digital, Campinas, v.6, p.43-52, jun./2005. Disponível em: <http://143.106.58.55/revista/viewarticle.php? id=35>. Acessado em: 31 de agosto de 2006.

MIRAFZAL, G. A.; SUMMER, J. M. "Microwave Irradiation Reactions: Synthesis of Analgesic Drugs". J. Chem., Educ. 2000, 77:356.

MOORE, M. G., KEARSLEY, G. "Distance education: a systems view". Belmont (EUA): Wadsworth Publishing Company, 1996.

MORAN, J. M. "O que é educação à distância", 2002. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>. Acessado em: Acessado em: 29 de outubro de 2005.

MORAN, J. M. "Avaliação do Ensino Superior a Distância no Brasil", 2006. Disponível em: <http://www.elearningbrasil.com.br/home/artigos/artigos. asp?id=2844>. Acessado em: 31 de agosto de 2005.

OLMSTED III, J. "Synthesis of Aspirin: A General Chemistry Experiment". J. Chem. Educ., 1998, 75:1261.

PANDITA, S.; GOYAL, S. "An Efficient Microscale Procedure for the Synthesis of Aspirin". J. Chem. Educ., 1998, 75:770.

PC WORLD - "Banda larga no Brasil deve movimentar 2,3 bilhões de reais este ano", 17/03/2008, por Redação do Computerworld. Disponível em < http://pcworld.uol.com.br/noticias/2008/03/17/banda-larga-no-brasil-deve-movimentar -2-3-bilhoes-de-reais-este-ano/ >. Acessado em 14 de abril de 2008.

PORTAL DO GOVERNO DO PIAUÍ - "Universidade Aberta: tecnologia a serviço da educação", 24/08/2007, por Elza Muniz. Disponível em <http://www.pi.gov.br/ entrevista. php?id=25444>. Acessado em 11 de novembro de 2007.

PORTUGAL, C. "Hipertexto como instrumento para apresentação de informações em ambiente de aprendizado mediado pela Internet". Disponível em: <http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&infoid=1061&sid=69>. Acessado em: 13 de março de 2005.

RONNEBERG, C. E. "A simple procedure for the determination of the equivalent weight of magnesium", J. Chem. Educ., 1937, 71-73.

ROPOLI, E.; MENEGHEL, L.; FRANCO, M. A.; del CASTILHO, R. A. F. e de ALMEIDA, R. Q. "Orientações para o desenvolvimento de cursos mediados por computador". Campinas: EaD Unicamp, 2002. Disponível em: <http://www.unicamp.br/EA/documentos/orientacoes.pdf/>. Acessado em 05 de maio de 2005.

SALGADO, M. U. C. "Materiais e sistemas de comunicação em EaD: Materiais escritos nos processos formativos à Distância", 2002. Disponível em: <http://www.tvebrasil.com.br/salto/boletins2002/ead/eadtxt3a.htm>. Acessado em 02 de fevereiro de 2007.

SEED – Secretaria de Educação a Distância. "Número de alunos que estudam à distância cresceu 62% em 2005", 17/04/06. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/seed/>. Acessado em 11 de novembro de 2006.

SEEDNET - REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2006. Disponível em: <http://www.seednet.mec.gov.br/noticias.php? codmateria=1053>. Acessado em 17 de setembro de 2006.

SEEDNET - REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. Disponível em: <http://www.seednet.mec.gov.br/noticias.php?codmateria=3646>. Acessado em 07 de dezembro de 2007.

SENAC - Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, 2006. Disponível em: <http://www.sp.senac.br/jsp/default.jsp?newsID=a13077.htm&testeira=936&unit=GEAD>. Acessado em: 09 de setembro de 2006.

SIENKO, M.J. e PLANE, R.A., "Experimental Chemistry", 4th. edition, McGraw-Hill, New York, 1972, pp.31-35.

SILVA, A. C. L. "Um panorama do Ensino de Graduação a Distância no Brasil", 30/10/2000. Disponível em: <http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/ana catarina.html>. Acessado em 03 de abril de 2006.

SILVA, P. H. F., "Leite: aspectos de composição e propriedades", Química Nova na Escola, 1997, 6: 3-5.

STERRETT, F.S.K.; KENNEDY, S.E. E SPARBERG, E.B., "A Laboratory Investigation of Concepts in Chemistry", Harper & Row Publishers, New York, 1968, pp.30-32.

SOLOWAY, S.; WILEN, S. H., "Improved Ferric Chloride Test for Phenols". J. Chem. Educ., 1952, 24:979.

TELECURSO 2000. Disponível em: <http://www.telecurso2000.org.br/telecurso/ index.html#/main.jsp?lumPageId=1D6530765D5644709741AEAA3622D3BC>. Acessado em: 11 de dezembro de 2007.

UAB - Universidade Aberta do Brasil – UAB, 2006. Disponível em: http://www.uab.mec.gov.br . Acessado em: 23 de agosto de 2006.

UAB – Universidade Aberta do Brasil. Disponível em: <http://www.uab.mec .gov.br/polo.php>. Acessado em: 07 de dezembro de 2007.

UEMG – Universidade Estadual de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://ns.divinopolis.uemg.br/projetoveredas/informacoes.htm>. Acessado em: 07 de dezembro de 2007.

UFS – Universidade Federal do Sergipe, 2007. Disponível em: <http://www.ufs.br/ufs_clipping.php?pagina=8>. Acessado em: 07 de dezembro de 2007.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Disponível em: <http://quark.qmc.ufsc.br/geral/about.html>. Acessado em: 07 de dezembro de 2007.

UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2006. Disponível em: <http://www.uned.es/091349/7.htm>. Acessado em: 05 de agosto de 2006.

UNIREDE – Universidade Virtual Pública do Brasil, 2006. Disponível em: <http://www .unirede.br/>. Acessado em: 09 de setembro de 2006.

UNISA - University of South África, 2006. Disponível em : <http://www.unisa .ac.za/default.asp?Cmd=ViewContent&ContentID=15922>. Acessado em: 05 de agosto de 2006.

UVB - Universidade Virtual Brasileira, 2006. Disponível em: http://www.uvb.br /main/quem_somos_auvb.jsp. Acessado em: 09 de setembro de 2006.

WEBAULA - "Introdução à EaD: Saiba mais sobre o universo da educação a distância e como iniciar seus trabalhos com este método de ensino/aprendizagem", 02/11/2005. Disponível em: http://portal.webaula.com.br/ noticia.aspx?sm=noticias &codnoticia=697. Acessado em: 28 de julho de 2006.

WELDER, F.; COLYER, C. L. "Using Capillary Electrophoresis to Determine the purity of Acetylsalicylic acid synthesized in the undergraduate laboratoty". J. Chem. Educ., 2001, 78:1525.

WRIGHT, S. W. "A Salicylate Sympathetic Ink from Consumer Chemicals". J. Chem. Educ., 1995, 82:542.